

Universidade do Minho  
Escola de Engenharia

João Cristiano Marques Fertuzinhos

Aplicação da metodologia de  
Manutenção numa empresa Metalomecânica





Universidade do Minho  
Escola de Engenharia

João Cristiano Marques Fertuzinhos

Aplicação da metodologia de  
Manutenção numa empresa Metalomecânica

Tese de Mestrado  
Ciclo de Estudos Integrados Conducentes ao  
Grau de Mestre em Engenharia Mecânica

Trabalho efetuado sob a orientação do  
Professor Doutor João Pedro Mendonça

outubro de 2013

## DECLARAÇÃO

DE ACORDO COM A LEGISLAÇÃO EM VIGOR, NÃO É PERMITIDA A REPRODUÇÃO DE QUALQUER PARTE DESTA TESE.

Guimarães, \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_

*"Há muitos jovens que entendem que aos 22 anos sabem praticamente tudo quanto se pode saber. Quando chegam aos 32, descobrem que ainda têm um ou duas coisas para aprender, e aos 42 estão a aprender com vontade. Estou a fazê-lo aos 73 anos..."*

Baden Powell

*“Manutenção é isto...  
Quando tudo vai bem, ninguém se lembra que existe;  
Quando algo vai mal, dizem que não existe;  
Quando é para gastar, acha-se que não é preciso que exista;  
Porém quando realmente não existe, todos concordam que deveria existir.”*

Arnold Sutter

## Agradecimentos

Embora uma dissertação seja, pela sua finalidade académica, um trabalho individual, há contributos de natureza diversa que não podem e nem devem deixar de ser realçados. Por essa razão, desejo expressar os meus sinceros agradecimentos.

Aos meus pais por a oportunidade de frequentar o Curso de Engenharia Mecânica e de apoiar em todos os momentos do meu percurso académico. Ao meu irmão por me incentivar a retirar o máximo proveito desta experiência e por me aconselhar em momentos mais difíceis.

Ao meu orientador, Doutor Engenheiro João Pedro Mendonça, a forma como orientou o meu trabalho. As notas dominantes da sua orientação foram a utilidade das suas recomendações e a cordialidade com que sempre me recebeu. Estou grato por ambas e também pela liberdade de acção que me permitiu, que foi decisiva para que este trabalho contribuisse para o meu desenvolvimento pessoal.

Ao Departamento de engenharia Mecânica, a todos os professores, por a passagem de conhecimentos e experiencias que fará de mim um ser com capacidades de resolver questões ligadas a este nobre Curso.

A Cristema, pela oportunidade deste estágio curricular e por todos esclarecimentos que me foram dados para que este projeto fosse concluído.

Aos meus Amigos, aqueles que sempre me acompanharam nas minhas aventuras, nas minhas expedições, no meu caminho e que sempre estiveram presentes para me levantar quando as forças já era poucas.

A todos vós um muito obrigado.

## Resumo

A globalização dos mercados implica que as empresas procurem a excelência quer nos seus serviços quer nos seus produtos. Uma das formas de rentabilizar as atividades nas empresas é a Manutenção, pois através da mesma é possível aperfeiçoar as condições de funcionamento dos equipamentos e, por conseguinte, acrescentar valor aos seus serviços e produtos.

A presente dissertação consubstancia-se na aplicação da metodologia de Manutenção numa empresa Metalomecânica, concretamente na empresa Cristema.

Procurou-se analisar e desenvolver metodologias para o planeamento e controlo da manutenção.

Este trabalho divide-se em 4 capítulos: o primeiro diz respeito ao enquadramento teórico, baseado na revisão da literatura, onde se procurou abordar e aprofundar a temática principal deste trabalho, a Manutenção; o segundo apresenta a empresa em estudo, Cristema e a Manutenção que aí tem lugar, evidenciando-se os aspetos menos positivos, bem como a realização de questionários de auditorias ao serviço e estado da manutenção; o terceiro capítulo consiste numa proposta apresentada com o intuito de reverter alguns dos aspetos negativos da manutenção preexistente. Nesta perspetiva realizou-se propostas de fichas de manutenção, organização de materiais, codificações, parques de máquinas, centro de custos, entre outros. Também se apresenta uma proposta de *software* para a manutenção realçando-se a importância e as vantagens da implantação de um sistema informatizado capaz de dar todo o suporte necessário ao planeamento e controlo da manutenção na empresa. O quarto capítulo expõe o cálculo do custo de manutenção, como custo da mão-de-obra e a análise de dois exemplos de intervenção efetuados na Cristema.



## Abstract

The markets globalization implies that companies should strive for excellence either in their services or in their products. One way to monetize the activities of a company is Maintenance, which not only enables the enhancement of the equipment working conditions but also enriches its services and products.

The present dissertation concerns to the application of Maintenance methodologies in a metalworking company, more specifically in Cristema.

The main purpose was to analyse and develop methodologies for the maintenance planning and control.

This work is divided into 4 chapters: the first is related to the theoretical study based in literature review, approaching the main theme of this work, Maintenance; the second introduces the company in question, Cristema, and also the Maintenance that takes place in there, giving relevance to the less positive features, as well as it presents the questionnaires made about the services auditing and the maintenance state; the third consists of a proposal which aims to improve the negative features in the pre-existing maintenance. In such a perspective, it was created proposals of maintenance records, materials organization, encodings, machine parks, costs centre, among others. It is also introduced a proposal of software for the maintenance, highlighting the importance and advantages of a computerized system able to fully support the maintenance planning and control in the company. The forth chapter exposes the maintenance cost calculation, as well as the manpower costs and the analyses of two examples of intervention implemented at Cristema.

# Índice

Capitulo I- Manutenção Mecânica.....	13
1.....	13
1.1. Definição de Manutenção.....	13
1.2. História da Manutenção nos últimos 80 anos.....	14
1.3. Importância da Manutenção.....	18
1.4. Tipos de Manutenção.....	19
1.4.1. Manutenção Corretiva .....	19
1.4.2. Manutenção Preventiva .....	21
1.4.2.1. Manutenção Preventiva Sistemática.....	24
1.4.2.2. Manutenção Preventiva Condicionada .....	24
1.4.3. Modelo de Manutenção TPM - <i>Total Produce Maintenance</i> .....	25
1.4.4. Modelo Manutenção RCM – <i>Reliability Centred Maintenance</i> .....	27
1.4.5. Modelo manutenção RMAS .....	28
1.4.6. Melhoria Contínua.....	30
1.5. Níveis de Manutenção.....	30
1.6. Organização da Manutenção.....	32
1.6.1. Elementos da Organização .....	32
1.6.1.1. A Estrutura .....	32
1.6.1.2. Recursos Humanos.....	34
1.6.2. Gestão dos Bens.....	36

1.6.2.1.	Equipamentos.....	36
1.6.2.2.	Materiais.....	37
1.6.3.	Documentação Manutenção .....	38
1.6.4.	Ordem de Trabalho (OT).....	39
1.6.5.	Subcontratação da Manutenção .....	39
1.6.6.	Planeamento da Manutenção .....	40
1.6.7.	Controlo em Manutenção .....	42
1.7.	Indicadores de Desempenho.....	45
1.7.1.	Taxa de Avaria .....	46
1.7.2.	MTBF- <i>Mean Time Between Failures</i> .....	47
1.7.3.	MTTR - <i>Mean Time to Repair</i> .....	48
1.7.4.	Manutibilidade .....	48
1.7.5.	Fiabilidade .....	49
1.7.6.	Disponibilidade .....	49
1.8.	Custo de Manutenção .....	50
1.8.1.	Custos diretos da Manutenção .....	51
1.8.2.	Custo Indireto da Manutenção.....	53
1.8.3.	Custos do ciclo de vida de um equipamento .....	54
1.8.4.	Otimização dos custos de Avaria .....	55
Capítulo II – Caracterização da Empresa e sua Manutenção .....		57
2.	.....	57

2.1.1	Instalações .....	60
2.1.2	Equipamentos de Produção .....	60
2.1.3	Sistemas auxiliares da produção .....	62
2.1.4	Manutenção na Empresa .....	63
2.2.	Diagnóstico do estado de manutenção pelo método Francês .....	65
Capitulo III – Estabelecimento do Plano Manutenção .....		68
3.	.....	68
3.1.	Implementação dos Primeiros parâmetros .....	69
3.1.1.	Codificação .....	69
3.1.2.	Registo de Intervenções .....	74
3.1.3.	Manual técnico do equipamento.....	76
3.1.4.	Gestão de Materiais .....	77
3.2.	Manutenção a Funcionar .....	79
3.2.1.	Acesso ao histórico de Manutenção.....	79
3.2.2.	Atribuição de Funções.....	80
3.2.3.	<i>Marketing</i> Interno.....	81
3.2.4.	Alcançar os Indicadores de manutenção.....	82
3.2.5.	Suporte computacional .....	83
3.2.5.1.	Percurso do <i>software</i> do executante da manutenção.....	84
3.2.5.2.	Percurso do <i>software</i> do técnico da manutenção .....	85
Capitulo IV – Custo de Manutenção .....		86

4.....	86
4.1. Cálculo do custo directo.....	86
4.1.1. Custo gerais de manutenção .....	86
4.1.2. Custo de mão-de-obra .....	87
4.1.3. Outros custos .....	88
4.2. Custo manutenção planeada.....	88
4.2.1. Análise do problema .....	89
4.2.2. Custo da intervenção .....	90
4.2.3. Ganho para Cristema .....	91
4.3. Custo manutenção não planeada .....	92
4.3.1. Cálculo do custo .....	93
Capitulo V – Conclusão e estímulos de trabalhos futuros .....	95
Referencias Bibliograficas .....	98
Anexo A – Layout da Cristema .....	i
Anexo B - Método Diagnostica Francês .....	iii
Anexo C – Parque de Maquinas/Codificações .....	xii
Anexo D – Fichas Manutenção .....	xv
Anexo E – Percurso do executante no <i>software</i> .....	xxiv
Anexo F – Percurso do técnico no <i>software</i> .....	xxviii

## Índice de Figuras

Figura 1.1. Evolução do conceito de manutenção[10].....	16
Figura 1.2. Evolução das técnicas de manutenção[10] .....	17
Figura 1.3.Fatores que aumentaram a importância da manutenção [10] .....	18
Figura 1.4.Tipos de Manutenção, adaptado [1].....	19
Figura 1.5.Lei da degradação desconhecida, adaptado [14] .....	20
Figura 1.6.Lei da Degradação Procurada, adaptado [9] .....	22
Figura 1.7. A Manutenção (Conservação) subordinada à Produção, adaptado [14].....	33
Figura 1.8. Horizontalização dos serviços de Manutenção e Produção, adaptado [14] .....	33
Figura 1.9.Organização do trabalho de manutenção, adaptado [7].....	41
Figura 1.10. Curva de banheira [14] .....	46
Figura 1.11. Disponibilidade do equipamento, adaptado [13] .....	50
Figura 1.12. Custos directos em manutenção em função TTR [13] .....	52
Figura 1.13. Iceberg de custos [1] .....	54
Figura 1.14. Constituição do LCC, [13] .....	55
Figura 1.15. Optimização dos custos de avaria [13] .....	56
Figura 2.1- Atuais instalações da empresa Cutelarias Cristema, Lda .....	57
Figura 2.2- Logotipo da Empresa[25] .....	58
Figura 2.3 – Organograma da Cristema[25] .....	59

Figura 2.4- Roteiro simplificado dos produtos .....	59
Figura 2.5- Layout das instalações da Cristema[25].....	60
Figura 2.6- Representação do gráfico obtido dos inquéritos realizados .....	67
Figura 3.1- Forma esquemática da base dados .....	68
Figura 3.2- Exemplo do registo desenvolvido .....	75
Figura 3.3 - armário de acesso ao histórico .....	80
Figura 3.4- Formulário inicial.....	83
Figura 3.5- Menu do executante .....	85
Figura 3.6- Menu do técnico .....	85
Figura 4.1- Esquema o fluxo de ar efectuado por compressor .....	89
Figura 4.2 - Imagem depois intervenção .....	91

## Índice de Tabelas

Tabela 2.1.Dados da Empresa [25].....	58
Tabela 2.2. Exemplos de Equipamentos Produção da Cristema .....	61
Tabela 2.3-Exemplos de Equipamentos Auxiliares da Cristema .....	62
Tabela 2.4 - As 8 componentes de estudo do diagnóstico, adaptado [26] .....	66
Tabela 2.5- Critérios de importância de avaliação, adaptado [26] .....	66
Tabela 3.1- Codificação dos equipamentos.....	69
Tabela 3.2- Codificação de acessórios.....	71
Tabela 3.3- Exemplo da codificação da contabilidade para talheres.....	72
Tabela 3.4- Codificação das ferramentas Flor .....	72
Tabela 3.5- Método Codificação Ferramentas .....	73
Tabela 3.6- cores dos registos de Intervenção .....	74
Tabela 3.7 – Imagens do Armazém de apoio à Produção/ Manutenção antes da intervenção ...	77
Tabela 3.8-Imagens da organização do armazém .....	78
Tabela 3.9- Funções dos colaboradores .....	80
Tabela 3.10- Indicadores de manutenção a utilizar, adaptado Monchy.....	82
Tabela 4.1- Dados retirados da intervenção não planeada .....	92
Tabela 4.2- cálculo do custo de intervenção não planeada.....	93
Tabela C-0.1- exemplo de codificação dos parafusos .....	xiv



## Capítulo I- Manutenção Mecânica

### 1.1. Definição de Manutenção

Atualmente, a manutenção consubstancia-se numa das “áreas mais importantes e atuantes da atividade industrial através do seu contributo para o desempenho produtivo, a segurança, a qualidade do produto, as boas relações interpessoais, a imagem da empresa, a rentabilidade económica do processo produtivo e a preservação dos investimentos”. [1]

A função manutenção, deriva do latim *manus tenere* e “significa manter o que se tem, aparece na história humana, desde que teve início o manuseio de instrumentos de produção”. [2]

A manutenção pode ser entendida como uma atividade de carácter estratégico das organizações, diretamente responsável pela disponibilidade dos ativos, com importância primordial nos resultados da empresa. Desta feita, os resultados serão tanto melhores quanto mais eficaz for a gestão de manutenção adotada. Esta função, quando bem implementada, concebe ferramentas que permitem reduzir/melhorar, o custo/benefício, sendo que uma boa gestão da mesma proporciona às organizações um *status* de excelência operacional.

Ferreira interpreta a manutenção como sendo um conjunto de ações que permitem manter ou restabelecer um bem num estado específico ou com possibilidade de assegurar um determinado serviço. Ou seja, “... uma boa manutenção é assegurar estas operações por um custo global mínimo.” [3]

A norma portuguesa NP EN 13306 define a manutenção como “Combinação de todas as ações técnicas, administrativas e de gestão, durante o ciclo de vida de um bem, destinadas a mantê-lo ou repô-lo num estado em que ele pode desempenhar a função requerida.” [4]

Segundo Marcorin e Lima, a manutenção tem procurado novos modos de pensar, técnicos e administrativos, já que as exigências de mercado tornam visíveis as limitações atuais dos sistemas de gestão[5].

A manutenção está diretamente associada ao processo da falha dos equipamentos. Como tal, a função da manutenção passa por conhecer e dominar estes processos de falhas e saber, atempadamente, quando e como intervir para satisfazer as necessidades dos operadores. Conforme Kardec e Nascif [6], o objetivo da manutenção deve ser o de garantir que o equipamento esteja disponível de maneira que possa atender aos níveis de produção, com qualidade, segurança de todos os envolvidos, garantia da qualidade e otimização dos custos envolvidos

C. Pinto [7] e Kardec e Nascif [6] consideram que a atividade da manutenção precisa de deixar de ser apenas eficiente para se tornar também eficaz, ou seja, não basta apenas reparar o equipamento ou instalação tão rapidamente quanto possível, mas sim preservar a função do equipamento disponível para a operação, evitando a falha deste e reduzindo os riscos de uma paragem não planeada.

Para concluir, Ferreira [3] explica que a manutenção é prévia à primeira avaria de um equipamento, ou seja, inicia-se logo na fase do projeto do equipamento.

## **1.2. História da Manutenção nos últimos 80 anos**

A expressão manutenção foi utilizada com maior frequência a partir de 1930 nas unidades militares e era aplicada à manutenção do material em condições aceitáveis de funcionamento das unidades de combate. Apesar da utilização de ferramentas e equipamento fiáveis, conceitos associados à manutenção, como a fiabilidade e a manutibilidade não eram considerados como ciências, nem objetos de estudo até meados do século XX. Até ao final da década de quarenta, a Manutenção Industrial encontrava-se em fase de desenvolvimento circunscrevendo-se à reparação de avarias ou substituição das peças danificadas. Este período é referido como a 1ª Fase da Manutenção (reparar Avaria). Viana [8] reitera esta ideia considerando que esta fase se consubstancia na intervenção realizada de forma aleatória, no instante em que a falha acontece.

A partir dos anos cinquenta, com o aparecimento das linhas de produção, as empresas começaram a reconhecer a importância da manutenção de equipamentos, com ação autónoma e específica. Desta feita, a manutenção de equipamentos passou a ser encarada de outra forma, pois as avarias e as paragens das máquinas tinham grande impacto sobre o custo final do produto. Também o desenvolvimento da aviação comercial adicionou novos desafios à manutenção, na medida em que obrigou ao desenvolvimento de métodos preventivos, já que a reparação durante o voo raramente é possível e, simultaneamente despertou para o problema da segurança de pessoas e de bens.

Surge nesta época a Engenharia de Manutenção que tem como objetivo criar processos científicos de manutenção preventiva, em que preocupação dominante reside na disponibilidade dos equipamentos. Segundo Kardec e Nascif [6], a manutenção preventiva é “a manutenção desempenhada para manter um item em condições satisfatórias de operação, através de inspeções sistemáticas (intervalo de tempo fixo), deteção e prevenção de falhas incipientes”. Este período é classificado como a 2ª Fase da Manutenção (evitar Avaria).

Na década de sessenta surge uma nova postura, fruto dos novos desafios que se apresentam para as empresas no cenário de uma economia globalizada e altamente competitiva, onde as mudanças se sucedem em alta velocidade e a manutenção, como uma das atividades fundamentais do processo produtivo, precisa ser um agente proactivo [9]. Com efeito, a disponibilidade dos equipamentos torna-se cada vez mais importante, havendo cada vez menos tempo para a reparações de máquinas, que normalmente seria efetuada ao fim de semana ou durante a noite, enquanto as máquinas estão paradas. Sendo as operações contínuas, a manutenção é obrigada a definir estratégias de modo a garantir que as máquinas trabalhem dentro de um determinado padrão de eficiência. A manutenção segue uma linha mais orientada para o controlo do que para a intervenção. Segundo Kardec e Nascif [6], “a manutenção condicionada é a atuação realizada com base em modificações de parâmetro de condição ou desempenho, cujo acompanhamento obedece a uma sistemática”. Este período é classificado como a 3ª Fase da Manutenção (antever a Avaria).

Nesta altura, surge na Europa um conceito alargado de manutenção que abrange práticas de gestão, finanças, engenharia, e outras, com o objetivo de minimizar os custos do ciclo de vida

de cada equipamento. Esta abordagem integrada da Gestão de manutenção conduz à evolução do conceito de conservação para a manutenção dos equipamentos e permite selecionar os melhores meios de modo a prevenir, corrigir ou renovar um equipamento, seguindo um critério económico, de forma a otimizar o custo de vida do equipamento. A figura 1.1 evidencia a evolução do conceito de manutenção ao longo dos anos de desenvolvimento da indústria.

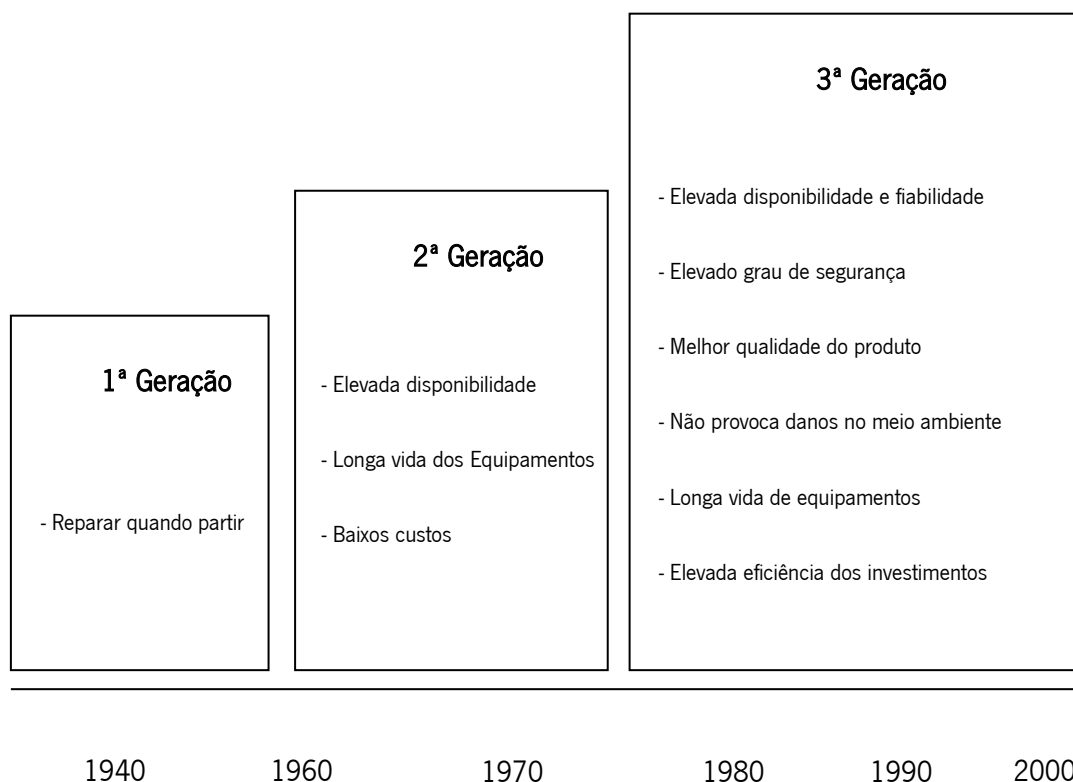


Figura 1.1. Evolução do conceito de manutenção[10]

De acordo com Kmita [11], a história da manutenção mostra que, em pouco mais de 100 anos, a mesma evoluiu de sua condição inicial de “socorro” para permitir a continuidade da produção, após uma quebra, para uma necessidade de produção, isto é, uma ferramenta que confere confiabilidade a um processo produtivo.

Paralelamente ao aumento das expectativas sobre a função da manutenção, novas pesquisas evidenciaram a relação entre a idade de funcionamento do equipamento e a sua

probabilidade de falha. A figura 1.2 apresenta as alterações que os sistemas administrativos e de gestão efetuaram, de modo a responderem à evolução do conceito de manutenção.

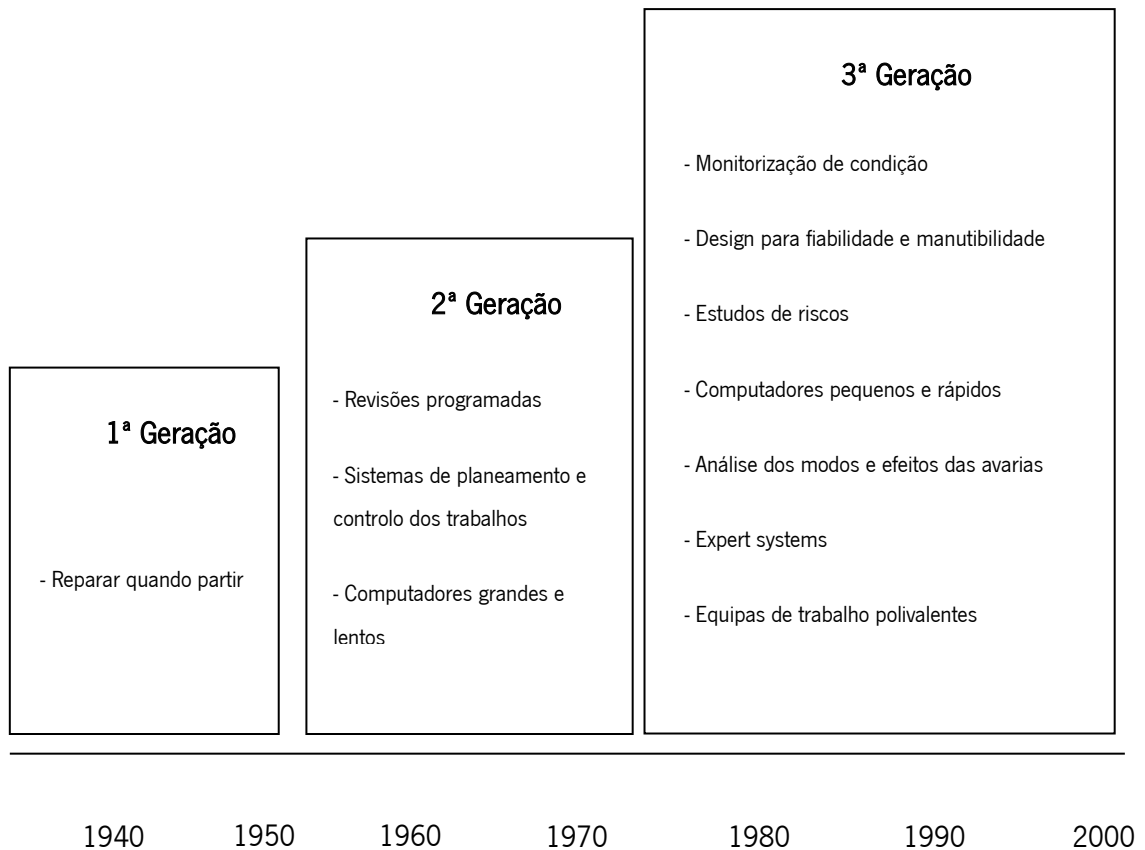


Figura 1.2. Evolução das técnicas de manutenção[10]

Na figura 1.3, abaixo apresentada, pretende-se ainda ilustrar a participação dos diferentes fatores na importância que foi sendo atribuída à manutenção ao longo dos tempos.

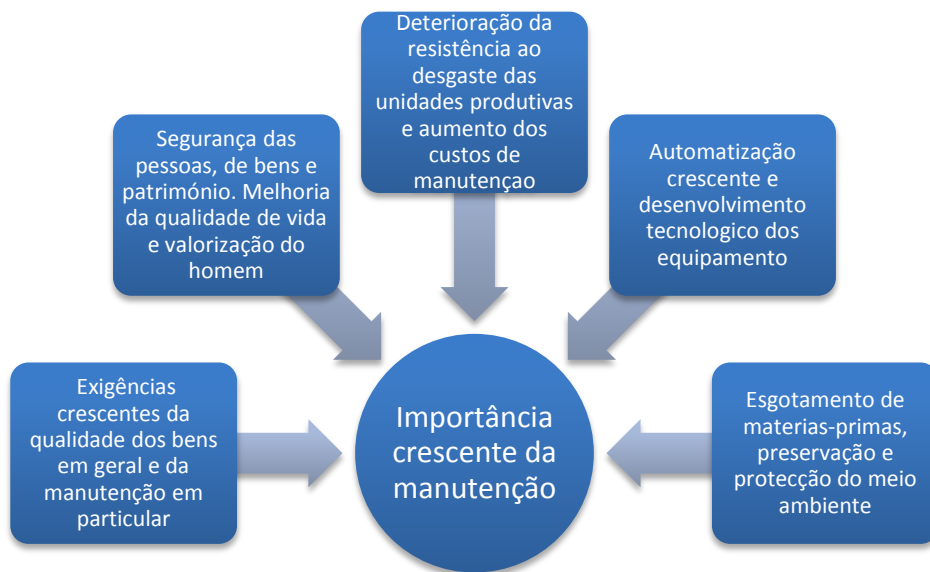


Figura 1.3.Fatores que aumentaram a importância da manutenção [10]

### 1.3.Importância da Manutenção

Segundo V. Pinto [12], a importância da manutenção assenta em três razões principais: económicas, legais e sociais.

A primeira tem por objetivo maximizar o rendimento dos investimentos efetuados nas instalações e equipamentos, prolongando a sua vida útil e preservando-os em operação o máximo tempo possível. A redução dos desperdícios, as rejeições e reclamações são também tidas em conta.

A segunda obriga à prevenção de situações que possam constituir um fator de insegurança, tais como, risco de acidente individual ou coletivo. O incómodo (ruído, fumo ou cheiros) e a poluição (resíduos sólidos, emissões de gases) apresentam também o seu grau de importância.

A terceira refere-se às questões sociais, a preservação da imagem da empresa pode justificar a adoção de medidas de manutenção adequadas.

## 1.4. Tipos de Manutenção

É mais ou menos consensual entre os diversos autores, em relação aos tipos de manutenção que existem e suas relações, a divisão da manutenção em dois grandes grupos: a manutenção planeada e não planeada. De um modo geral, a manutenção de equipamentos ou bens pode ser esquematizada segundo o diagrama da Figura 1.4.

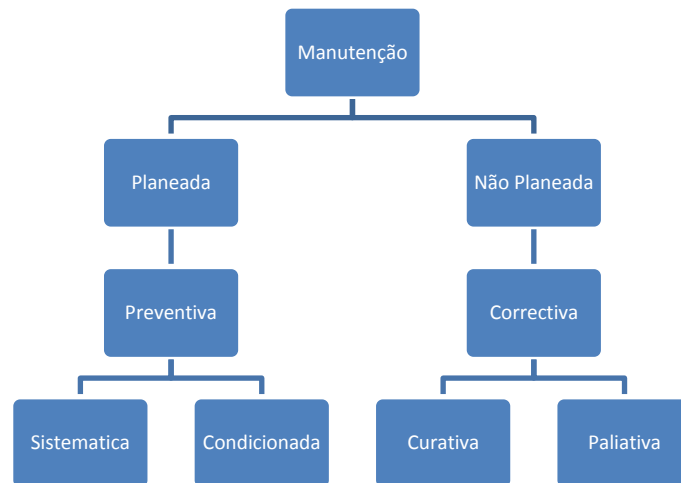


Figura 1.4. Tipos de Manutenção, adaptado [1]

### 1.4.1. Manutenção Corretiva

Tal como o próprio nome indica, a manutenção corretiva tem como principal função corrigir ou restaurar as condições de funcionamento de determinado equipamento, isto é, ocorre quando o equipamento apresenta índices de performance abaixo do esperado, ou em caso de falha. Esta filosofia de manutenção baseia-se num princípio muito simples: se um determinado equipamento avaria, então procede-se à sua reparação, caso contrário não tem lugar qualquer procedimento.

Utilizando esta metodologia não existem custos de manutenção até que ocorra uma avaria, contudo este tipo de manutenção reativa é o método que implica maiores custos [6]. Os custos da manutenção corretiva devem-se essencialmente a:

- Baixa utilização de equipamentos;

- Diminuição do tempo de vida útil da máquina;
- Perdas de produção devido às falhas que ocorrem de modo aleatório;
- Elevados inventários de peças sobresselentes;
- Elevado número de horas extraordinárias de trabalho.

Uma vez que este tipo de manutenção não prevê a ocorrência de falhas, é obrigatório ter um *stock* de peças que possibilite, em última instância, arranjar os equipamentos mais importantes, bem como uma equipa de manutenção que reaja de imediato.

Segundo Monchy [13] a manutenção corretiva pode ser subdividida em manutenção paliativa e curativa.

A manutenção paliativa compreende as intervenções efetuadas com o intuito de colocar o equipamento em funcionamento antes da reparação da avaria, por vezes sem interromper o funcionamento do conjunto, tem um carácter “provisório”.

A manutenção curativa compreende as intervenções efetuadas após avaria, por vezes após a retirada do estado de “avariado”, tem um carácter definitivo. A Figura 1.5 procura sintetizar as formas de manutenção corretiva e a sua relação com o nível de desempenho dos equipamentos.

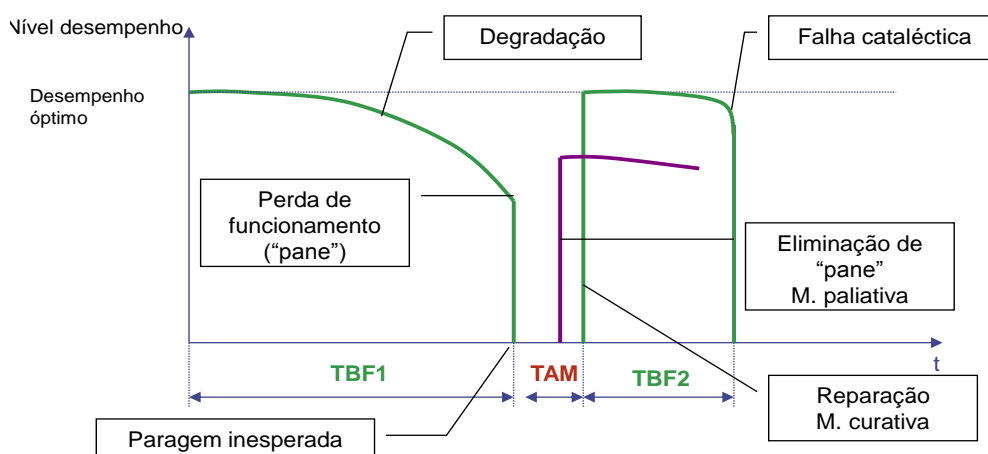


Figura 1.5. Lei da degradação desconhecida, adaptado [14]



Segundo Souris [15] a manutenção de tipo corretiva apresenta ainda uma variante: a manutenção de melhoria. Neste caso, a intervenção corretiva visa proceder a modificações no equipamento, de forma maximizar o seu desempenho. A intervenção é efetuada após a identificação da alteração que pode melhorar a forma como o equipamento está a funcionar ou a sua manutibilidade [1]. Este método visa implementar uma melhoria nos equipamentos que extravasa as características previamente planeadas no projeto de conceção. Estas melhorias pretendem, através de modificações no próprio equipamento, aperfeiçoar as suas características ao nível operacional, ambiental ou de segurança, podendo em algumas situações, implicar uma menor frequência de outros tipos de manutenção.

A norma EN 13306 [16] refere um tipo de manutenção variante da manutenção corretiva, a manutenção de urgência. A norma define-a como a manutenção que é realizada imediatamente após a deteção de uma falha a fim de evitar consequências inaceitáveis.

#### **1.4.2. Manutenção Preventiva**

Para Cabral [1] a manutenção preventiva é a manutenção efetuada a intervalos de tempo pré-determinados ou de acordo com critérios prescritos com a finalidade de reduzir a probabilidade de avaria ou degradação do funcionamento de um bem. A norma EN 13306 [16] define a manutenção preventiva como uma manutenção efetuada a intervalos de tempo predeterminados ou de acordo com critérios prescritos, com a finalidade de reduzir a probabilidade de avaria ou de degradação do funcionamento de um bem.

A manutenção preventiva é, ao contrário da corretiva, utilizada com o intuito de evitar ou reduzir as falhas que possam surgir no equipamento. Obedece a um planeamento previamente executado baseado em intervalos finitos e regulares.

Segundo Sullivan e colaboradores [17], a manutenção preventiva contribui para um considerável aumento da vida útil de determinado equipamento, reduzindo a ocorrência de falhas e uma consequente poupança de recursos sendo cerca de 12 a 18% menos dispendioso comparativamente com a manutenção corretiva.

De acordo com Monchy [13] , a manutenção preventiva consubstancia-se no coração das atividades de manutenção, pois envolve tarefas sistemáticas, como inspeções, reformas, trocas de peças, entre outras. O custo da manutenção preventiva pode contudo ser elevado, se esta não for corretamente implementada, uma vez que algumas peças e outros componentes de equipamentos poderão ser substituídos antes de atingirem os seus limites de vida útil, como podemos ver pela imagem 1.6.

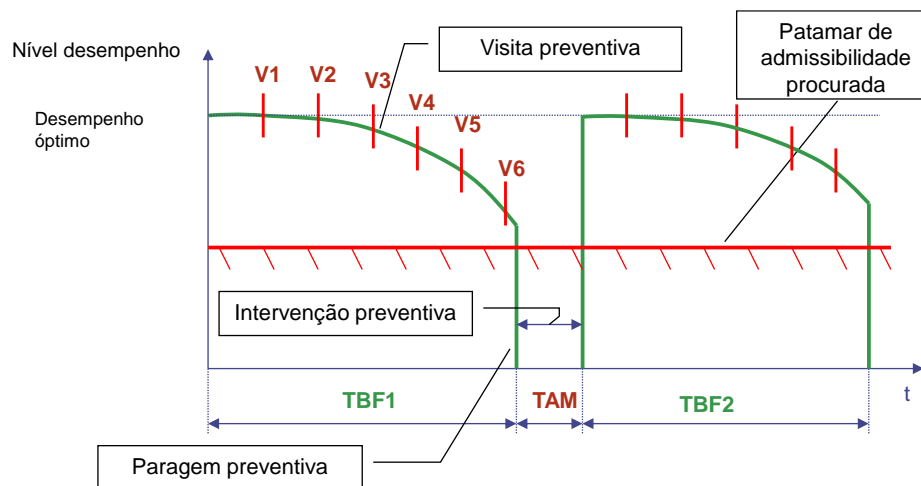


Figura 1.6. Lei da Degradação Procurada, adaptado [9]

A colocação em prática desta manutenção necessita da decomposição dos equipamentos em elementos que podem sofrer manutenção. Estes elementos devem ser visitados ou substituídos regularmente. A periodicidade das visitas é estabelecida pelo estudo das leis de degradação pelas quais se rege o desempenho dos elementos. O seu planeamento deverá ser elaborado de maneira a precisar o trabalho a executar pela equipa de manutenção. Esta deverá elaborar um relatório que deverá realçar os resultados das diversas medidas e observações.

As principais ações de um programa de manutenção preventiva podem sistematizar-se em ações de:

- Lubrificação – evita o desgaste das peças móveis em contacto, reduzindo o calor gerado pelo atrito ou protege as peças de corrosão;

- Inspeção visual – o técnico de manutenção utiliza fundamentalmente os seus sentidos, conhecimentos e experiência, sem necessidade de recurso a equipamentos adicionais;
- Ensaios – que podem ser divididos em três tipos, operacionais, funcionais, e oficinais;
- Ensaios operacionais que contemplam ações de verificação das condições de funcionamento de um equipamento sem recurso a equipamentos adicionais de ensaio;
- Ensaios funcionais que simulam diferentes regimes e situações de funcionamento do equipamento ou sistema, para determinar se os seus parâmetros de operação se encontram dentro das especificações. Requer o recurso a equipamentos auxiliares de ensaio e medida;
- Ensaios oficinais que implicam a desmontagem de equipamento ou parte deste e o seu envio para a oficina para ser testado em banco de ensaios.
- Ajustes – consiste na reposição do valor nominal de uma característica física do equipamento (folga, binário de aperto, tensão, entre outros). Esta tarefa é precedida de uma verificação que mede o valor do parâmetro que afere a característica e determina a necessidade de proceder ao ajuste, consoante estejam, ou não, excedidas as tolerâncias definidas para esse parâmetro;
- Revisão – que pode ser dividida em dois tipos, parcial ou geral:
- Revisão parcial – consiste na desmontagem, verificação, limpeza, substituição de peças, ajustes, montagem e ensaio de parte de um equipamento ou sistema;
- Revisão geral – implica a desmontagem completa de um equipamento, verificação, limpeza, substituição de peças, montagem e ensaio. Trata-se de uma ação de manutenção adequada para equipamentos cujos componentes estão sujeitos a desgaste progressivo com o funcionamento.

Na opinião de Cabral [1] este tipo de manutenção divide-se duas subcategorias, manutenção preventiva sistemática e manutenção preventiva condicional.

#### **1.4.2.1. Manutenção Preventiva Sistemática**

Este tipo de manutenção assume que as falhas ocorrem de forma mais ou menos previsível, pelo que os trabalhos são planeados com uma periodicidade que permita que sejam realizados antes da ocorrência da falha, não existindo contudo um controlo prévio do estado do equipamento. Esta metodologia corresponde a uma manutenção periódica, realizada a intervalos constantes, sejam eles horas de funcionamento, de produção, número de peças produzidas, entre outras, sem informação relativa à condição do aparelho em causa.

A norma EN 13306 [16] define a manutenção do tipo sistemático como aquela que é efetuada a intervalos de tempo preestabelecidos ou segundo um número definido de unidades de utilização, mas sem controlo prévio do estado do bem

Esta representa uma enorme evolução relativamente à manutenção corretiva na medida em que permite diminuir a taxa de avarias que afetam o equipamento, uma vez que este é alvo de uma manutenção prévia (na maior parte dos casos) à ocorrência da avaria. Contudo este método tem um senão, o facto de considerar o mesmo tempo médio de falha para dois equipamentos iguais, desprezando as condições do meio onde trabalham, ou mesmo o tipo de trabalho efetuado, pelo que esta política só é eficaz quando o mecanismo de falha é típico de desgaste. Obviamente a maior dificuldade reside na identificação do período de tempo que maximiza a utilização de determinado equipamento. Esta dificuldade é proporcional à complexidade do item em causa pois quanto mais complexo for, menos provável será apresentar um padrão de falha típico de desgaste. Este processo está portanto dependente do rigor da previsão relativa ao período durante o qual o componente trabalhará sem falhas.

#### **1.4.2.2. Manutenção Preventiva Condicionada**

Esta manutenção consubstancia-se na realização do acompanhamento do estado do equipamento através de meios de vigilância sistemáticos [13]. Deste modo é possível monitorar um equipamento sem paragem de produção, sendo possível prever o momento de falha, permitindo assim intervir sobre o equipamento antes que esta ocorra.

A norma EN 13306 [16] indica ainda um subtipo da manutenção condicionada: a manutenção preditiva. A norma define-a como uma manutenção condicionada efetuada de acordo com as previsões extrapoladas da análise e da avaliação de parâmetros significativos da degradação do bem.

Na prática, este tipo de manutenção sucede quando se acompanha a degradação de um equipamento e se intervém numa data programada de acordo com a previsão de chegada a um determinado patamar de degradação.

Há diversas técnicas de controlo de condição das máquinas, sendo as mais conhecidas e utilizadas:

- Análise de vibrações;
- Termografia;
- Análise de parâmetros de rendimento;
- Inspeção visual;
- Medições ultrassónicas;
- Análises de lubrificantes em serviço.

Este método está dependente da eficácia dos recursos e das metodologias para vigiar o estado dos equipamentos.

#### **1.4.3. Modelo de Manutenção TPM -*Total Produce Maintenance***

A manutenção produtiva total (*Total Productive Maintenance*) é um conceito de manutenção introduzido no Japão no início da década de 70 decorrente da implantação da técnica produtiva *KanBan* na empresa *Nippon Denso*, do grupo Toyota. Marca registada do *Japan Institute of Plant Maintenance* (JIPM), a TPM é hoje um exemplo de sucesso, encontrando-se implementada em vários países com excelentes resultados.[7]

O TPM destaca-se das outras filosofias de manutenção sobretudo porque promove o envolvimento ativo do pessoal da produção na manutenção, explorando assim o facto de o operador ser o melhor conhecedor da máquina e estar numa posição privilegiada para

proporcionar as melhores condições de prevenção de avarias. Os especialistas são assim libertos destas tarefas, permitindo-lhes preocuparem-se com operações mais específicas. [7]

Os objetivos do TPM prendem-se com a eliminação das falhas, defeitos, e outras formas de perdas e desperdícios, potenciando ao máximo a eficiência das máquinas e dos equipamentos [1]. Para o efeito, são envolvidos neste processo os operadores das máquinas, o pessoal da manutenção, os níveis superiores da gestão e os quadros intermédios.

Segundo Cabral [1] a aplicação do TPM permite eliminar aquelas que são conhecidas como as sete grandes perdas:

- Perda por avaria/falha;
- Perda por mudança de produto e afinações;
- Perda devido à ferramenta ou molde;
- Perda por pequenas paragens;
- Perda por quebra de velocidade;
- Perda por produto defeituoso e retrabalho;
- Perda no arranque das máquinas.

Os fatores supracitados prejudicam a eficiência do equipamento, e por conseguinte, de todo o processo produtivo.

A aplicação do TPM está assente em oito pilares fundamentais [1]:

1. Melhorias individuais nas máquinas – *Kaizen continuous improvement*
2. Estruturação da manutenção autónoma – *job enlargement*
3. Estruturação da manutenção planeada – *maintenance requirement planning*
4. Formação para incremento das capacidades do operador e do técnico da manutenção – *on the job training*
5. Controlo inicial do equipamento e produtos – *initial control*
6. Manutenção da qualidade

7. TPM nos escritórios
8. Higiene, segurança e controlo ambiental

Cabral [1] destaca a manutenção autónoma como o mais importante destes princípios e sendo a mesma constituída por sete atividades fundamentais: limpeza, medidas, lubrificação, inspeção-geral, inspeção autónoma, organização e consolidação. As atividades anteriormente referidas são extremamente importantes para alcançar os objetivos da TPM que podem ser sintetizados em:

- Zero avarias
- Aumento de fiabilidade de equipamentos
- Redução de tempos de paragem de produção
- Diminuição de defeitos
- Incremento de produtividade
- Aumento de motivação

#### **1.4.4. Modelo Manutenção RCM – *Reliability Centred Maintenance***

O modelo RCM (Manutenção Centrada na Fiabilidade) tem por objetivo promover a otimização do binómio custo/eficácia da manutenção através de uma combinação de fatores políticas e custos de manutenção que prioritariamente conduzem a elevados níveis de segurança do pessoal, instalações e à proteção do meio ambiente.

Segundo Moubray [10] esta metodologia pode ser definida como um processo utilizado para determinar as necessidades de manutenção de um bem físico inserido no seu contexto operacional.

Em suma, a metodologia RCM é constituída por procedimentos que se desenvolvem com o intuito de diagnosticar os diversos fatores que contribuem para a falta de fiabilidade de um equipamento, bem como as medidas a tomar para estabelecer a sua fiabilidade. O RCM representa um processo de decisão lógico destinado a estabelecer programas de manutenção preventivos mais eficientes. As técnicas que utiliza atendem aos defeitos e as possibilidades de

avaria que podem ter sido introduzidos ou causados no decurso da produção, armazenamento, operação e manutenção dos equipamentos.

A implementação deste modelo é efetuada através da constituição de grupos de trabalho multidisciplinares e multifuncionais que cumpram a função no contexto operacional de acordo com os seguintes aspetos [7]:

1. Função do equipamento e seus requisitos *standards*.
2. Análise das suas avarias funcionais e respetivos tipos e efeitos através do método FMEA.
3. Consequências das avarias na segurança, no ambiente e na produção. Avaliação de riscos.
4. Definição da política de manutenção aplicando a metodologia específica do RCM aos dados anteriormente obtidos:
  - a) Ações de manutenção preventiva (a intervalos de tempo fixos, condicionada “on-line” ou “off-line”);
  - b) Ações “default” para os casos em que não é possível identificar ações de natureza preventiva e que incluem inspeções periódicas ( “Failures-finding Task”) e cálculo da sua periodicidade (“FFI- <find-Fault Interval) efectuadas aos sistemas de proteção;
  - c) Manutenção corretiva e modificações de sistema (redesenho de componentes e sistemas).

As técnicas subjacentes ao método pressupõem o domínio dos conceitos de fiabilidade, manutibilidade e disponibilidade.

#### **1.4.5. Modelo manutenção RAMS**

RAMS é um acrónimo de Reliability Availability Maintainability Safety (Fiabilidade, Disponibilidade, Manutibilidade, Segurança) que consiste na aplicação de um conjunto de conceitos de engenharia, métodos, ferramentas e técnicas estabelecidas ao longo do ciclo de vida da unidade industrial. O objectivo final é a maximização da produtividade e do lucro e a redução de riscos de avaria e acidente bem como dos custos.



Segundo Ferreira [18], o RAMS pode ser caracterizado como um indicador qualitativo e quantitativo do grau de fiabilidade em que a unidade de produção e os seus equipamentos e componentes possam funcionar como requerido, estando ao mesmo tempo disponíveis e seguros.

A implementação do RAMS deve ser efectuada nas primeiras fases do Projeto, pois esta pode conduzir a grandes mudanças e mesmo nalguns casos a uma completa reestruturação dos setores da empresa (e.g., cadeia de produção, operações).

Ferreira [18] e Farinha [19], afirmam que o RAMS pode ser aplicado tanto em novas unidades fabris, bem como noutras já integradas em sistemas existentes. Além disso permite ainda, através da utilização das ferramentas referidas anteriormente, identificar equipamentos e respetivos componentes críticos, permitindo seleccionar as tarefas de manutenção e a sua frequência.

Segundo Ferreira [18], esta aplicação pressupõe a realização dos seguintes documentos: Livro de Registo de Situações Potencialmente Perigosas, Cadernos de Segurança, Plano de Segurança e Dossier de Segurança Geral, Manual de Segurança, Plano de Instalação, Programa RAM (com recurso ao FMEA), Plano de Validação e Plano de Comissionamento.

Segundo Ferreira [18], Para um desenvolvimento correcto de um Projecto RAMS é necessário:

- Definir o RAMS em termos de fiabilidade, disponibilidade, manutenibilidade e segurança e as suas intenções;
- Definir um processo, baseado no ciclo de vida do sistema e nas suas tarefas, para a gestão do RAMS;
- Definir como os conflitos entre os elementos RAMS sejam controlados e geridos com eficiência;
- Definir um processo sistemático para especificar os requisitos do RAMS e para demonstrar que estes requisitos são alcançados.
- Definir os objectivos, quantidades, requisitos ou soluções específicas para o RAMS de aplicações particulares;

- Definir o processo de aprovação pelas autoridades responsáveis pela regulamentação da segurança.

O RAMS é composto por uma série de etapas. Primeiramente define-se a unidade industrial a analisar e faz-se uma descrição funcional. Posteriormente procede-se à decomposição dessa unidade industrial em equipamentos e componentes e realiza-se o respectivo diagrama funcional. Identificam-se, de seguida, as avarias, realiza-se uma análise HAZOP e seleccionam-se os equipamentos e componentes para aplicação de um estudo FMECA [19].

Definem-se os critérios de severidade, ocorrência e detectabilidade. Realiza-se uma análise FMECA e uma matriz de criticidade, define-se uma árvore de falhas e uma árvore de eventos (se necessário). É comum aplicar-se a análise de Pareto, da metodologia RCM e planeamento da manutenção [19].

#### **1.4.6. Melhoria Contínua**

Cabral [1] considera um terceiro tipo de manutenção, a de melhoria. Este método visa implementar uma melhoria nos equipamentos que extravasa as características inicialmente planeadas no projeto de conceção. Estas melhorias pretendem, através de modificações no próprio equipamento, aperfeiçoar as suas características a nível operacional, ambiental ou de segurança, podendo em algumas situações, significar uma menor frequência de outros tipos de manutenção industrial.

### **1.5. Níveis de Manutenção**

A definição de níveis de manutenção, mais concretamente naquilo que se refere ao executante da tarefa, adquire múltiplas definições de empresa para empresa. Com a introdução de novas filosofias de manutenção, nomeadamente com o TPM, cada vez mais, o responsável pelas tarefas de manutenção do equipamento é o operador da máquina. Cada operação ou conjunto de operações preventivas para um dado equipamento, incluir-se-á necessariamente num destes níveis.

As ações de manutenção podem ser caracterizadas de acordo com o seu grau de complexidade, seja como de ordem técnica, de qualificação dos executantes, ou dos meios envolvidos. A AFNOR, através da norma NF X60-010 citada por Miranda [14] e Souris [15] define até 5 níveis de manutenção e permite definir com precisão as ações:

- Natureza dos trabalhos;
- Local de intervenção;
- Pessoal de execução;
- Ferramentas necessárias;
- Documentação;
- Peças consumíveis.

Os níveis de manutenção podem ser definidos como:

1º Nível – Regulação simples por parte do operador da máquina no próprio local, prevista pelo construtor do equipamento, nos órgãos acessíveis sem desmontagem do equipamento, ou substituição de elementos consumíveis acessíveis com toda a segurança. As instruções devem constar no manual de utilização do equipamento e/ou no guia do operador. O *stock* de peças consumíveis deve ser muito reduzido;

2º Nível – Eliminação de avarias por parte de um técnico de qualificação média, por substituição estandardizada de elementos previstos para esse fim, operações menores de manutenção preventiva e controlo do bom funcionamento com ferramentas definidas no manual de manutenção. A documentação deve ser fornecida sob a forma de instruções de utilização/conservação. As peças devem ser transportáveis e facilmente encontradas nas imediações do local de intervenção.

3º Nível – Identificação e diagnóstico das avarias de emergência, reparações por substituição de componentes funcionais, reparações mecânicas menores, afinações gerais e organização da manutenção preventiva de acordo com as instruções recebidas. As intervenções devem ser efetuadas no próprio local ou na oficina central de manutenção, conduzidas por pessoal especializado, com ferramentas previstas no manual de manutenção e aparelhos de

medição. Toda a documentação deve estar disponível para a unidade de manutenção e as peças consumíveis fornecidas pelo armazém segundo o 1º e 2º nível;

4º Nível – Trabalhos importantes de manutenção corretiva ou preventiva, verificação por organismos especializados dos padrões secundários possuídos, participação na definição da política de manutenção. O local da intervenção deve ser a oficina e locais especializados. O pessoal deve ser muito especializado e utilizar ferramentas previstas pelo manual de manutenção, equipamento geral de uma oficina, bancos de medição e padrões secundários. As peças consumíveis devem estar disponíveis na oficina de acordo com a política de manutenção selecionada para a correta execução da missão de manutenção;

5º Nível – Trabalhos de substituição ou de reconstrução, reparações importantes confiadas à oficina central e revisões gerais. Os meios são definidos pelo construtor do equipamento.

## **1.6. Organização da Manutenção**

Neste subcapítulo procedeu-se a uma observação pormenorizada sobre aquelas que são consideradas as áreas-chave para a organização de um serviço de manutenção.

### **1.6.1. Elementos da Organização**

#### **1.6.1.1. A Estrutura**

Segundo Heizer [20] a organização da Manutenção é de extrema importância, devendo seguir uma estrutura consoante os objetivos, podendo ser um departamento centralizado, descentralizado, subcontratado ou ainda podendo as tarefas de manutenção realizadas pelos operadores dos equipamentos. A manutenção numa empresa não é um fim em si mesmo, mas sim um meio para apoiar a produção. A visão da produção é geralmente de curto prazo em relação à manutenção; porém a manutenção deverá ter uma visão a médio e longo prazo com vista à vida útil e custo de vida dos equipamentos. A divergência de visões pode originar conflitos entre as funções produção e manutenção, pelo que devem ser definidas por parte da administração as responsabilidades entre os dois departamentos.

A posição tradicional da manutenção é de subordinação em relação à produção, figura 1.7. Porém, as estruturas de funcionamento das funções produção e manutenção devem ajustar-se entre si em nome da gestão geral da empresa e dos objetivos da máxima eficácia e eficiência da empresa, possibilitando a implantação de métodos de gestão que pressuponham relações funcionais e claras entre as duas funções.

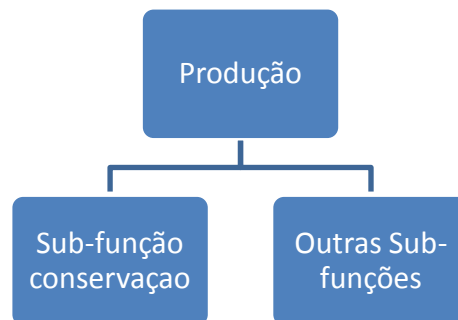


Figura 1.7. A Manutenção (Conservação) subordinada à Produção, adaptado [14]

A promoção da subfunção “Conservação” a um serviço de manutenção passa pela horizontalização dos dois serviços, segundo o modelo da figura 1.8 [14].

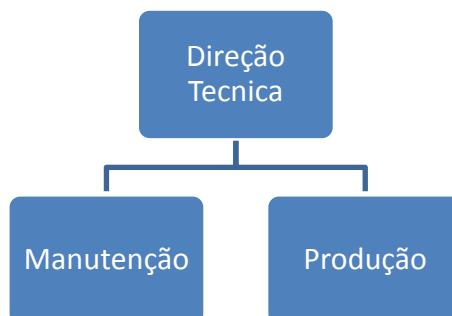


Figura 1.8. Horizontalização dos serviços de Manutenção e Produção, adaptado [14]

Segundo Miranda [14], a tendência será para uma interligação cada vez maior entre as duas funções devido à simultaneidade de objetivos globais de produtividade e qualidade.

A organização da estrutura da manutenção também pode ser classificada segundo três tipos:

- Organização por especialidade – trata-se de um modelo onde se separam as funções dos técnicos de acordo com a sua especialidade, quer seja por habilitações académicas, por experiência escolar, ou por ambas;
- Organização funcional – modelo aplicado a empresas onde existe muita manutenção corretiva; desta forma a divisão pode ser feita de acordo com os trabalhos de manutenção como corretiva, preventiva e trabalhos de melhoria por exemplo;
- Organização operacional – modelo em que não existem equipas fixas e cada operação de manutenção implica a agregação de uma equipa adequada para o trabalho. Desta forma, a equipa é adaptável ao tipo de trabalho. Adequa-se sobretudo a empresas de prestação de serviços de manutenção.

#### **1.6.1.2. Recursos Humanos**

Os profissionais de manutenção, técnicos e engenheiros, são os mais aptos a responder ao desafio permanente da exigência de disponibilidade das instalações de produção. Estes técnicos possuem conhecimentos sobre a empresa, dominam um determinado número de parâmetros necessários à disponibilidade permanente das instalações fabris e dão garantias à produção quanto ao cumprimento do plano de produção.

Contudo, é necessário que os técnicos disponham de ferramentas e métodos que permitam atingir os resultados e reforcem a credibilidade do sector da manutenção dentro da empresa, em particular perante a Administração.

O serviço de manutenção, para cumprir os seus objetivos, deverá possuir uma organização interna que lhe permita exercer a sua atividade e realizar a sua missão, o que depende dos seguintes fatores:

- Dimensão da empresa;
- Tipo de atividade da empresa;
- Tecnologia das instalações e/ou fábricas;
- Tipo e quantidade dos equipamentos que lhe estão afetos;
- Grau de dispersão geográfica da área das instalações à sua responsabilidade;

- Outras atividades que eventualmente sejam da responsabilidade da estrutura de manutenção.

Segundo C. Pinto, [7] os meios suscetíveis de utilização comum numa estrutura desenvolvida ajustada à dimensão da empresa e dos seus serviços de produção e com certa dimensão, são os seguintes:

- Áreas ou funções de gestão global, tais como: a gestão de aprovisionamentos incluindo a subcontratação, a gestão de armazéns, o planeamento e compatibilização das grandes intervenções anuais tendo em vista a otimização dos meios centralizados, entre outros;
- Funções especializadas do tipo “Apoio a Projetos” e “Engenharia de Manutenção”;
- Oficinas, serviços e meios comuns à organização tais como: oficinas centrais e especializadas, transportes, gruas e outros meios de elevação, entre outros.

Para além destes poderão existir outros meios operacionais, designados “Unidades de Manutenção”, afetos a determinadas áreas de produção. Isto normalmente acontece quando se trata de uma grande empresa com áreas de produção diversificadas e dispersão geográfica das instalações. Nestes casos existirá um responsável e meios operacionais próprios que operam com o apoio de oficinas, serviços e meios centralizados comuns, numa perspetiva de otimização de recursos.

De acordo com os objetivos e o conteúdo da função manutenção, uma unidade de manutenção poderá ser constituída segundo C. Pinto [7] por três áreas funcionais:

- Área funcional que desempenhe as tarefas de Planeamento, Preparação, Programação e estudo dos Métodos de trabalho a utilizar;
- Área funcional que agrupe a Execução ou Realização dos trabalhos;
- Área funcional de estudos de Engenharia de Manutenção.

A área que abrange as tarefas de Planeamento, Preparação e Programação do trabalho e respetivos métodos operatórios, designado por "Gabinete de Planeamento", ocupar-se-á dos seguintes domínios:

- Organização da documentação técnica;
- Elaboração do plano de manutenção dos equipamentos e instalações tendo por base a política de manutenção a aplicar (preventiva, sistemática, condicionada, corretiva) que for definida para cada equipamento;
- Preparação do trabalho das intervenções, definindo as especializações técnicas do pessoal a afetar, materiais e serviços a utilizar, métodos operatórios a aplicar e avaliação dos custos das intervenções;
- A programação dos trabalhos de forma a adequar, de forma dinâmica, as necessidades de manutenção aos meios materiais e humanos disponíveis.

A área que agrupa a Execução ou Realização tem como competência (com base nos elementos fornecidos pelo Gabinete de Planeamento e pelas oficinas) a execução dos trabalhos cumprindo os prazos, qualidade e custo previstos.

A área de Estudos e Engenharia de Manutenção é responsável pela análise da fiabilidade e manutibilidade dos equipamentos destinada ao estudo de soluções a introduzir para melhorias das características do equipamento.

Numa empresa de grande dimensão, algumas funções de âmbito geral e comum poderão não estar intrinsecamente ligadas apenas a um determinado módulo ou unidade de manutenção, mas integram a estrutura central de modo a otimizar recursos. A otimização dos recursos pode passar pela engenharia de manutenção, pela organização da documentação técnica, pela elaboração de planos de manutenção de equipamentos comuns, a gestão de armazéns, entre outros.

## **1.6.2. Gestão dos Bens**

### **1.6.2.1. Equipamentos**

Um importante suporte de toda a atividade de manutenção é constituído pela documentação técnica relativa aos equipamentos.

Segundo C. Pinto [7], a organização da documentação técnica inicia-se com a elaboração de uma lista comumente designada por inventário de equipamentos (ou Relatório de



equipamentos), onde constem todos os equipamentos afetos à atividade e que serão intervencionados pelo serviço de manutenção. O inventário não é mais do que uma lista completa de todos os equipamentos pertencentes a uma instalação, subordinados a uma gestão comum. De seguida, elabora-se um sistema de codificação que permita a sua identificação e localização nas instalações. O sistema de codificação servirá também para apurar os custos de manutenção. Importa salientar que se entende por equipamento todo o elemento, componente, sistema que possa ser considerado individualmente (por ex: bomba, motor, permutador, entre outras.).

O sistema de codificação deve ser implementado de forma a possibilitar a referência de cada equipamento codificado de uma lista de módulos, peças de reserva, histórico de avarias e mais dados relevantes.

Com o inventário dos equipamentos estruturado elabora-se, para cada equipamento, um arquivo, designado por manual técnico, onde serão arquivados todos os seus dados técnicos.

A partir do manual técnico de cada equipamento é elaborado um plano de manutenção, tendo em conta que será eventualmente necessário estudar e definir métodos de operação, para determinados equipamentos, secções produtivas, etc.

#### **1.6.2.2. Materiais**

O armazenamento de peças tem custos associados: o valor imobilizado, os gastos de conservação, etc. Para além destes custos imediatos e contabilizáveis juntam-se outros como o custo de logística no próprio armazém; o custo de comprar uma peça equivocadamente quando se tem uma igual em *stock*; o custo de procurar a referência (por vezes só exige a desmontagem do equipamento); o custo de procurar o fornecedor possível, entre outros.

Com isto, pode concluir-se que a gestão da manutenção passa muito pela logística e, conseqüentemente, pela organização do armazém de peças e de materiais para o serviço de manutenção.

A gestão das peças e dos materiais é um elemento importante para a gestão da manutenção. Segundo Cabral [1] devem observar-se quatro requisitos fundamentais:

- A gestão de peças e materiais de manutenção abrange simultaneamente os artigos de *stock*, propriamente ditos, e os artigos não existentes em armazém mas, plausivelmente, necessários à manutenção;
- O sistema de gestão de peças deve proporcionar a correlação entre as peças e os equipamentos onde elas são aplicadas, pois uma mesma peça pode ser utilizada em vários equipamentos de marcas diferentes, instalações, entre outras;
- O sistema de codificação e referenciação deve permitir pesquisas céleres;
- A organização do cadastro de artigos deve impedir o crescimento descontrolado da população de artigos em *stock*, nomeadamente a repetição do mesmo artigo sob referências diferentes.

### 1.6.3. Documentação Manutenção

A eficácia do serviço de manutenção de uma empresa depende do grau de conhecimento que existe sobre os equipamentos. Este conhecimento deve ser canalizado para um meio que possa acompanhar a vida útil do equipamento e servir de apoio para o dia-a-dia do serviço de manutenção.

A documentação técnica da manutenção serve de suporte para os intervenientes desempenharem as tarefas de acordo com as melhores práticas da arte. Num serviço de manutenção, a documentação técnica pode incluir a documentação específica dos equipamentos:

- Especificações técnicas e literatura sobre os equipamentos;
- Documentos comerciais de aquisição (correspondência, garantia, representante local, entre outros);
- Manuais de operação, manutenção e lista de peças de reserva;
- Esquemas elétricos, pneumáticos, hidráulicos, entre outros;
- Notas da implantação do equipamento (fundações, ligações...);
- Desenhos técnicos das instalações.

A documentação técnica pode incluir ainda a documentação geral: legislação, regulamentos, normas aplicáveis e literatura técnica geral.

A documentação técnica deve ser suscetível de constante enriquecimento da informação contida e deve ser um alvo de manutenção, da mesma forma que o são os equipamentos.

Qualquer que seja o equipamento deve dispor-se sempre do manual de operações, do manual de manutenção e da respetiva lista de peças de reserva.

#### **1.6.4. Ordem de Trabalho (OT)**

A ordem de trabalho é um elemento de grande importância para a manutenção, uma vez que define o equipamento em que o trabalho se vai executar, o seu tipo, o prazo e os meios necessários para a sua execução. Este documento consubstancia-se num impresso mais ou menos completo, consoante as finalidades pretendidas e o estágio cultural-profissional do ambiente onde é usado, contendo toda a informação imprescindível á execução do trabalho e que contenha campos apropriados para fazer o todo o registo de informação relativa ao processo. [12].

Constitui a base para um funcionamento organizado e disciplinado da atividade de manutenção. A ordem de trabalho é um dos suportes para toda a informação de um sistema de gestão da manutenção, quer em termos de custos quer em termos técnicos, sendo ainda o documento que permite, pela informação que contém, a elaboração do registo histórico.

O conteúdo da ordem de trabalho deve ser estabelecido de forma a satisfazer, simultaneamente, as necessidades do responsável pela execução, da programação e da informação pretendida para o registo histórico.

#### **1.6.5. Subcontratação da Manutenção**

A tendência atual de organização da manutenção é ter nos quadros das empresas cada vez menos pessoal, mas em contrapartida recruta profissionais o mais tecnicamente qualificados possível[13].

A Manutenção é uma das atividades onde se verifica uma acentuada tendência no sentido da recorrência à subcontratação [21]. A subcontratação na manutenção tem por objetivo minimizar os custos globais da atividade, permitindo o correto nivelamento da carga de trabalho de manutenção, a superação de dificuldades tecnológicas muito específicas e a concentração dos esforços do pessoal interno em atividades nos equipamentos críticos para a produção. A subcontratação pode ser encarada como a transferência de responsabilidade, para uma entidade exterior, da responsabilidade da execução, total ou parcial, de atividades relacionadas com o programa de manutenção de uma empresa.

Num contexto de manutenção planeada, a função de planeamento pode decidir, conforme a carga de trabalho disponível, se uma determinada tarefa planeada deve ser subcontratada. As empresas de sucesso estão a concentrar-se no seu núcleo de negócio, recorrendo cada vez mais a parcerias de média/longa duração [22]. A subcontratação é uma questão de política de manutenção que tem razões de ordem social, económica ou estratégica. Por exemplo: dificuldade de recrutamento de um determinado colaborador por faltarem recursos humanos na área geográfica da empresa, ou sobrecarga pontual da manutenção durante uma revisão anual, ou a necessidade de um trabalho de alta especialidade técnica que não tem interesse a nível estratégico manter nos quadros da empresa, etc.

A Norma EN 13269 [23] define uma estrutura para elaborar um contrato de prestação de serviços de manutenção e constitui um documento de consulta para apoio na elaboração de um contrato de manutenção.

#### **1.6.6. Planeamento da Manutenção**

A organização interna da função manutenção integra diversas atividades ou Funções, tais como, o Planeamento, a Preparação e Métodos de trabalho, a Programação do trabalho e a Realização ou Execução. Estas atividades evoluem de forma sequencial conforme exemplificado na figura 1.9.

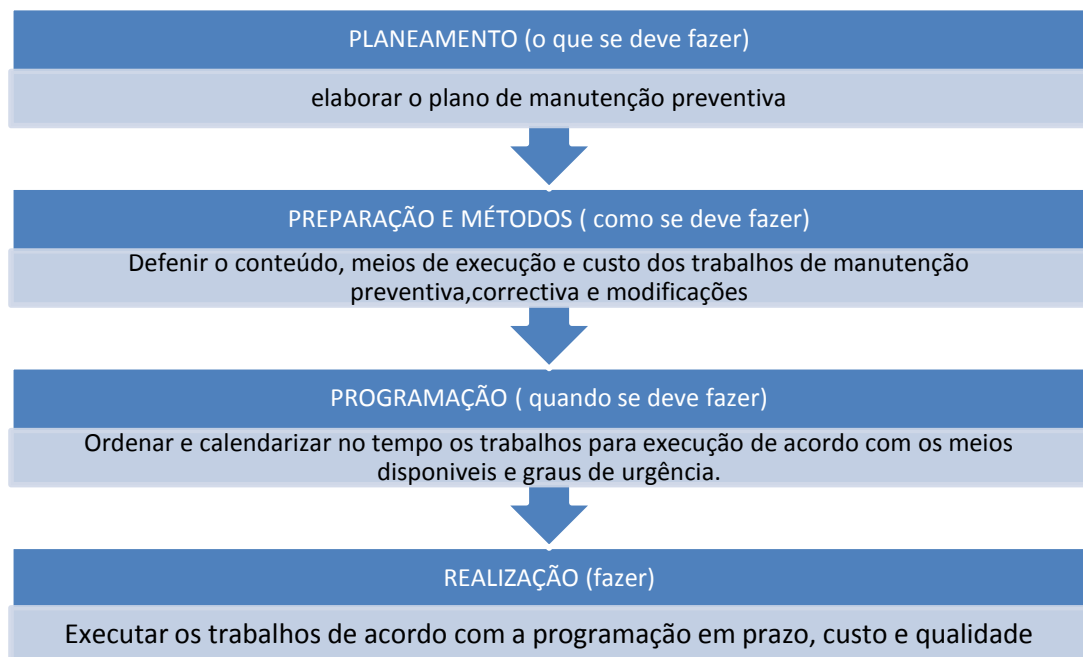


Figura 1.9.Organização do trabalho de manutenção, adaptado [7]

As atividades de Planeamento, Preparação e Métodos são responsáveis por elaborar o plano de manutenção, por preparar os trabalhos de manutenção preventiva previstos e os trabalhos de manutenção corretiva originados por avarias. Responsabilizam-se também pela avaliação dos respetivos custos e prazos de execução e ainda pela preparação dos contractos de trabalho subcontratados a entidades externas.

A preparação dos trabalhos tem por objetivo fornecer ao executante instruções detalhadas e disponibilizar *à priori* ferramentas e materiais necessários à execução do trabalho que lhe foi atribuído. Deste modo procura-se evitar as perdas de tempo e conduzir a uma redução dos custos de manutenção pelo aumento de produtividade do trabalho e diminuição do tempo de imobilização do equipamento.

A programação dos trabalhos procura sequenciar os trabalhos previstos, tendo em conta os prazos e as prioridades de execução, avaliando as necessidades de mão-de-obra e detetando situações em que o recurso seja a subcontratação.

A programação da execução dos trabalhos deve ter em consideração as prioridades de ação. Para isso torna-se necessário estabelecer critérios que permitam classificar a prioridade

dos trabalhos a executar. A prioridade é normalmente atribuída em graus de urgência dos trabalhos, podendo este parâmetro variar em função do tipo de empresa e instalações afetas ao serviço de manutenção e em função das consequências da possível ocorrência de falhas ou avarias na produção.

A realização é a atividade responsável por executar os trabalhos segundo a programação pré-estabelecida. Esta atividade deverá garantir o cumprimento do prazo da programação, o custo e a qualidade, efetuar a seleção do pessoal a executar cada trabalho e orientar e fiscalizar os trabalhos subcontratados. No decurso das intervenções deverá ainda tomar as medidas necessárias para garantir a segurança do pessoal e equipamento e garantir a comunicação eficiente com a produção.

#### **1.6.7. Controlo em Manutenção**

O Controlo em manutenção encerra o ciclo da organização dos trabalhos de manutenção. Compete-lhe informar os intervenientes no processo dos resultados obtidos e manter atualizados os ficheiros dos registos históricos e contabilísticos da manutenção.

As funções do controlo podem sistematizar-se da seguinte forma:

1. Informar o Planeamento;
2. Dos trabalhos concluídos;
  - a. Dos trabalhos pendentes (adiados);
  - b. Dos novos trabalhos resultantes da execução dos trabalhos programados;
  - c. Dos desvios ocorridos;
  - d. Outras situações.
3. Atualizar o registo histórico;
4. Atualizar o registo contabilístico;
5. Informar os serviços de contabilidade da empresa sobre o apuramento dos custos dos trabalhos (mão-de-obra, materiais, peças de reserva, serviços subcontratados, entre outros).

Para cada equipamento são necessários dois tipos de registos: o registo histórico e o registo contabilístico.

### **Registo Histórico**

O registo histórico, que tem a sua origem na ordem de trabalho, é um documento cuja análise e estudo é fundamental para a evolução e melhoria do desempenho da atividade de manutenção.

O conhecimento do comportamento, ao longo do tempo, de um equipamento baseia-se na informação do seu histórico e poderá assim a engenharia de manutenção, através do estudo, desenvolver soluções que introduzam melhorias na manutibilidade e fiabilidade das instalações e equipamentos que venham a reduzir os custos de manutenção e aumentar a sua disponibilidade para a produção.

A partir do registo histórico é possível estudar as avarias, o seu tipo, frequência de ocorrência e custo para estabelecer a forma de manutenção mais adequada, tendo em vista a otimização do binómio custo de manutenção/disponibilidade.

Todos os equipamentos devem ter o seu registo histórico. Segundo Cabral [1] o histórico de um equipamento de manutenção deverá contar com a seguinte informação:

- Data da realização do trabalho e, se aplicável, a leitura do contador do equipamento;
- Tipo de trabalho efetuado (melhoria, preventiva sistemática, corretiva, entre outros);
- Descrição do trabalho;
- Tempos: de espera (TDE), período de intervenção (PDI), tempo de manutenção (TDM). Em caso de se tratar de uma avaria, o tempo de reparação (TDR) e o tempo de indisponibilidade por avaria (TIA);
- Mão-de-obra aplicada (HH) e custo;
- Custo das peças e materiais aplicados;

- Custo total;
- No caso de avaria: sintoma e causa da avaria.

O registo histórico das intervenções é essencial não só para apoio à pesquisa de avarias, mas também como apoio a tomadas de decisão de carácter económico (previsão do momento economicamente ótimo para a substituição do equipamento). Como tal pode ser explorado para:

- Fiabilidade – determinação das leis da fiabilidade, perfil de avarias, taxa de avarias, entre outros;
- Disponibilidade – determinação da disponibilidade em condição estável do equipamento;
- Métodos – determinação de pontos fracos do equipamento (para melhoramentos) e de avarias mais frequentes (para melhor preparação de materiais, mão-de-obra, documentação, entre outros);
- Gestão de *stocks* – determinação dos consumos habituais de peças (definição dos parâmetros de gestão);
- Gestão de manutenção – determinação de custos por equipamento, por especialidade, por tipo de avaria, por tipo de intervenção, etc.

A pesquisa do registo histórico recorre a diversos modelos matemáticos normalmente com suporte informático, tais como:

- Lei de Pareto – para seleção das avarias mais relevantes. O processo começa com a classificação das avarias por motivo e por natureza. Segue-se a sua quantificação associando por exemplo, através do tempo de imobilização e ordenação pelo seu peso decrescente. A aplicação da análise ABC, permite identificar as avarias sobre as quais deve incidir uma análise de pormenor;
- Leis de desgaste – fazem uso do perfil de desgaste dos órgãos e componentes, em função do tempo de utilização, permitindo identificar a forma de manutenção mais adequada e o tempo mais indicado para efetuar a intervenção;



- Leis de fiabilidade – procura-se definir o tipo de lei que rege a distribuição de avarias do equipamento ou família de equipamentos. A partir daqui é possível fazer uma determinação probabilística do comportamento futuro do equipamento.

### Custo Contabilístico

Este registo é um apoio fundamental para tomadas de decisão relativas a substituição de equipamentos, subcontratação de serviços, etc. Deverá conter a informação sobre:

- Custo de aquisição;
- Custo de cada intervenção;
- Valor atualizado do equipamento (atendendo às amortizações e valorização devidas a melhoramentos introduzidos).

## **1.7. Indicadores de Desempenho**

Neste ponto é abordada a importância dos indicadores de desempenho na manutenção. Na verdadeira aceção do termo, um indicador serve para dar uma indicação sobre determinada característica ou acontecimento. São estes parâmetros que, quando utilizados, avaliam a eficiência dos trabalhos de manutenção. Permitem medir a eficácia das ações empreendidas e medir as diferenças salientes entre as previsões e os resultados operacionais. Estes indicadores são auxiliares da decisão, a qual consiste em orientar, propor, planejar, diagnosticar, corrigir ou até melhorar. Contudo não é aconselhável o recurso a muitos indicadores de desempenho, pois pode desfocar a realidade ao cruzar todos os parâmetros entre si.

Segundo Cabral [1] , é boa política:

- Procurar indicadores expressivos mais simples de calcular;
- Utilizar poucos indicadores;
- Manter a possibilidade de descer ao pormenor para investigar desvios e variações anómalas.



A primeira zona, designada por início de vida, manifesta um elevado número de avarias, coincidente com as primeiras horas de operação. Estas avarias devem-se a deficiências de fabrico, problemas de transporte ou instalação, ou inexperiência do operador. Trata-se do espaço temporal em que nos equipamentos eletrónicos se efetua uma pré-seleção de componentes, enquanto nos equipamentos mecânicos se faz a rodagem.

A região central corresponde à fase da maturidade, onde a distribuição de avarias é sensivelmente uniforme ao longo do tempo. A taxa de avarias é praticamente constante, sendo estas aleatórias, não havendo, geralmente, degradação prévia visível. É também o período de maior rendimento do equipamento.

A fase do envelhecimento assinala o aproximar do fim de vida do equipamento. Nesta região, verifica-se um aumento significativo do número de avarias à medida que o número de horas de operação decorre. É notória uma degradação acelerada e o equipamento já não cumpre o fim para o qual foi desenvolvido. Esse facto pode originar o abate, a reconstrução ou a adaptação do equipamento. [14]

### **1.7.2. MTBF- *Mean Time Between Failures***

O tempo médio entre avarias (*Mean Time Between Failures*) exprime o tempo entre duas avarias consecutivas, isto é, o tempo decorrido entre o fim da última avaria e o início da próxima, de entre o tempo que o equipamento deveria estar em funcionamento.

Para um determinado período de tempo o MTBF virá:

$$MTBF = \frac{\sum TFi}{N_{av}} \quad (2)$$

Em que:

- $TFi$  = tempos de funcionamento no período
- $N_{av}$  = número de avarias no período

Assim o MTBF é um indicador real da fiabilidade da máquina, ou seja, da probabilidade de determinado equipamento cumprir o seu propósito dentro dos parâmetros estabelecidos.

### 1.7.3. MTTR - *Mean Time to Repair*

A expressão MTTR (*Mean Time to Repair*) exprime o tempo médio necessário para reparar uma avaria. Neste sentido considera-se como o tempo dedicado à reparação o tempo durante o qual um componente passa do estado para ser restaurado para uma condição de bom funcionamento.

Para um determinado período de tempo  $p$  MTTR virá:

$$MTTR = \frac{\sum TR_i}{N_{av}} \quad (3)$$

Em que:

- $TR_i$  = tempos Utilizados nas reparações do período
- $N_{av}$  = número de avarias no período

### 1.7.4. Manutibilidade

O conceito de manutibilidade é definido pela norma EN 13306 [16] como a aptidão de um bem sob condições de utilização definidas de ser mantido ou repostado num estado em que possa cumprir uma função requerida depois de lhe ser aplicada manutenção em condições determinadas, utilizando procedimentos e meios prescritos. Segundo Monchy [13] a manutibilidade consubstancia-se na probabilidade de duração de uma reparação bem executada, para colocar um equipamento nas condições normais de funcionamento. Em suma, o termo exprime a facilidade com que o equipamento pode voltar a cumprir a sua função após uma avaria.

A manutibilidade está mais relacionada com o projeto do equipamento do que com a atividade de manutenção em si, ou seja, o projetista deverá ter a preocupação de prever de que forma seria possível facilitar a manutenção do equipamento.

O indicador usado para caracterizar a manutibilidade é o MTTR (Média dos Tempos Técnicos de Reparação).

### 1.7.5. Fiabilidade

Para Pinto e Xavier [24] a fiabilidade é a probabilidade que um equipamento possa desempenhar sua função pré-definida, por um determinado intervalo de tempo especificado, sob condições definidas de uso. A norma EN 13306 [16] define a fiabilidade como a aptidão de um bem para cumprir uma função requerida, sob determinadas condições, durante um dado intervalo de tempo.

O conceito de fiabilidade é indissociável do conceito de qualidade. A qualidade é definida como a conformidade de um produto com a sua especificação à saída da fábrica. A fiabilidade é a aptidão em manter essa conformidade durante um dado período de tempo. A conclusão lógica é que não existe fiabilidade sem qualidade inicial [1]. A fiabilidade é assim uma extensão da qualidade inicial ao longo do tempo. A manutenção permite restabelecer a qualidade perdida, prolongando a fiabilidade.

### 1.7.6. Disponibilidade

A disponibilidade resulta da combinação entre a fiabilidade e a manutibilidade. A norma EN 13306 [16] define a disponibilidade como a aptidão de um bem para estar em estado de cumprir uma função requerida em condições determinadas, num dado instante ou durante um determinado intervalo de tempo, assumindo que é assegurado o fornecimento dos meios exteriores. Para V. Pinto [12] A disponibilidade é um conceito vital para um sistema produtivo, introduzido a partir dos dois parâmetros anteriormente referenciados, (MTBF, MTTR). Em linguagem corrente a disponibilidade é a probabilidade de um bem se encontrar em estado de funcionamento.

O indicador com o mesmo nome caracteriza essa noção em percentagem, através da razão entre o tempo de funcionamento e o tempo real.

$$Disponibilidade = \frac{\sum TFi}{\sum (TFi + TRi + TEi)} \quad (4)$$

Em que:

- $TF_i$  = tempos de funcionamento no período
- $TR_i$  = tempos de reparação no período
- $TE_i$  = tempos de espera no período

Esta expressão relaciona as características próprias do equipamento, a fiabilidade e a manutibilidade.

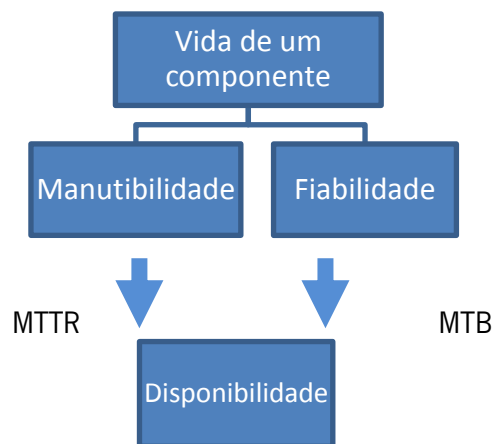


Figura 1.11. Disponibilidade do equipamento, adaptado [13]

Em suma, como refere Ferreira [3] a disponibilidade está dependente:

- Do número de avarias;
- Da rapidez com que elas são reparadas;
- Do tipo de manutenção;
- Da quantidade dos meios à disposição;
- Da sua interdependência.

## 1.8.Custo de Manutenção

A manutenção tem como objetivo mitigar os efeitos que as falhas dos equipamentos têm nas empresas e as consequências para a produção. Tem também uma função produtiva que é a de contribuir para a eficácia económica da empresa. Segundo Monchy [13] no conceito de custo de manutenção podem-se agrupar as despesas correspondentes a:

- Custos diretos de manutenção;
- Custos indiretos de manutenção;
- Custos ciclo vida, etc.

### 1.8.1. Custos diretos da Manutenção

Segundo Mouchy [13] os custos diretos da manutenção são distribuídos por:

- Custos de mão-de-obra: produto do tempo gasto na reparação por uma taxa horária ( $C_{MO}$ );
- Gastos gerais do serviço de manutenção: custos com mão-de-obra administrativa, gastos comuns ou encargos gerais, custos fixos e acessórios à manutenção como o apoio administrativo, climatização ou telefones ( $C_{ENC}$ );
- Custos de posse dos *stocks*, das ferramentas e das máquinas, próprios da manutenção: gastos inerentes à posse dos materiais em armazém, bem como à existência do próprio armazém e do pessoal adstrito, custos caracterizados por uma taxa de amortização, compreendendo uma desvalorização, por uso ou obsolescência, e um valor residual ( $C_{STOCK}$ );
- Custos das peças de reposição: valor da fatura de compra, mais os custos de transporte e execução da encomenda ( $C_{PEÇAS}$ );
- Custos dos contratos de manutenção: valor constante do clausulado referente às obrigações pecuniárias ( $C_{CONT}$ );
- Custos dos trabalhos subcontratados: valor da factura emitida pela entidade prestadora do serviço ( $C_{SUB}$ ).

Uma formula de calcular o custo direto e através da expressão , onde soma todos os factores acima descritos.

$$Cd = C_{MO} + C_{ENC} + C_{STOCK} + C_{PEÇAS} + C_{CONT} + C_{SUB} \quad (5)$$

Segundo o mesmo autor, o custo direto de manutenção (CM) é ainda função do Tempo Técnico de Reparação (TTR). O custo dos meios para a execução das intervenções assim como

no nível de preparação, o número, a qualificação do pessoal e a logística, condicionam a duração da intervenção.

Como se pode ver pela figura 1.12, existe um custo mínimo de intervenção relacionado com um TTR mais económico. Qualquer tentativa de diminuição do TTR leva ao aumento dos custos da própria intervenção.

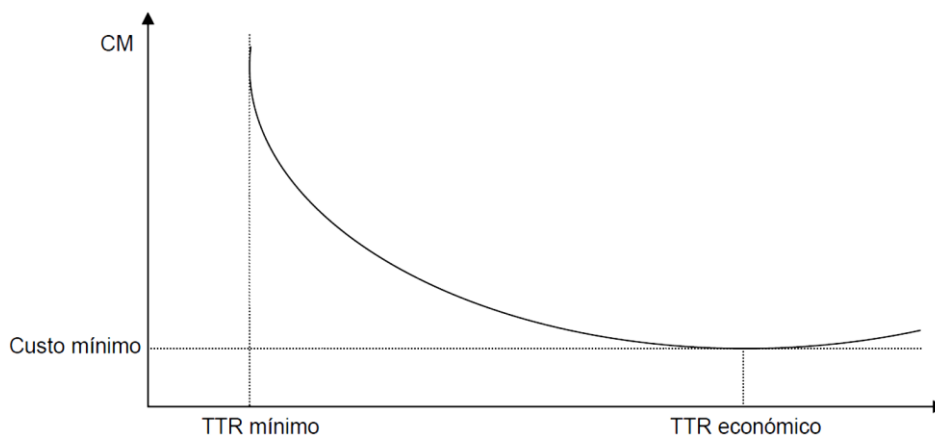


Figura 1.12. Custos directos em manutenção em função TTR [13]

Segundo Varela [7] o custo de mão-de-obra calcula-se seguido os seguintes passos:

1. Cálculo dos encargos gerais da manutenção
  - a. Edifícios/infra-estruturas/máquinas
  - b. Electricidade e água
  - c. Comunicações
  - d. Consumíveis
  - e. Custo pessoal indirecto à manutenção
2. Cálculo da percentagem dos encargos relativamente ao custo pessoal

$$\frac{\text{total encargos gerais manutenção}}{\text{custo total pessoal manutenção}} \times 100 \quad (6)$$

3. Cálculo do Custo mão-de-obra anual
  - a. Total horas ano
  - b. Vencimento anual
  - c. Pagamento de Subsídios



d. Encargos sociais

4. Custo de mão-de-obra / hora

$$C_{MO} = \frac{\text{mão de obra anual}}{\text{horas trabalho anuais}} \quad (7)$$

### 1.8.2. Custo Indireto da Manutenção

Calcular o custo indireto não é de todo uma tarefa fácil, porém através de alguns fatores é possível determinar o seu custo.

Os custos indiretos da manutenção são, segundo François Mouchy [13], constituídos por:

- a) Custos de perda de produção: onde se engloba o custo de perda dos produtos não fabricados, das matérias-primas em transformação que são perdidas, as perdas de qualidade, a perda dos produtos desclassificados;
- b) Custos de mão-de-obra não ocupada (na produção);
- c) Custos de amortização do equipamento parado;
- d) Gastos induzidos: custo de não cumprimento de prazos de entrega, penalidades, perda do cliente, perdas de imagem;
- e) Gastos de recolocação em operação do processo de produção.

Segundo Cabral [1], os verdadeiros custos da manutenção não são os custos contabilísticos diretos, mas sim aqueles que têm em conta também as consequências da manutenção. Porém, ainda segundo Cabral [1], não se descobriu ainda uma medida para a quantificação numérica destes custos, sendo conveniente reter a imagem do iceberg dos custos (figura 1.13) onde os custos diretos (ponta do iceberg) são quatro vezes inferiores aos outros custos dificilmente quantificáveis.



Figura 1.13. Iceberg de custos [1]

### 1.8.3. Custos do ciclo de vida de um equipamento

O custo do ciclo de vida do equipamento ou LCC (*Life Cycle Costing*), engloba todos os custos desde o projeto até ao abate e permite a visualização do desenrolar dos acontecimentos económicos ocorridos ao longo das horas acumuladas de serviço de um equipamento. Trata-se de uma abordagem dos custos de grande importância.

O objetivo da análise LCC é a escolha da abordagem mais favorável em termos de custos, para que os custos sejam menores durante a vida útil do equipamento. O LCC permite ao responsável pela manutenção a justificação de uma aquisição ou a escolha de um processo, baseando-se nos custos totais e não nos custos iniciais.

Segundo Monchy [13] ciclo de vida de um equipamento é composto por dois custos: o custo de propriedade e o custo de operação. O custo de propriedade é igual, por sua vez, à soma dos seguintes custos, originados respetivamente no início, decurso e fim do ciclo:

- Custo de aquisição e instalação;
- Custo de manutenção;
- Custo de desativação e eliminação.

O custo de operação compreende os chamados custos dos recursos usados na produção de bens ou serviços, tais como energia, consumíveis e mão-de-obra. Os custos de oportunidade podem ser também aqui incluídos ou considerados numa terceira categoria.

Monchy [13] caracteriza o custo de posse de um equipamento, determinando a respetiva zona de rendibilidade, conforme se verifica na figura 1.14:

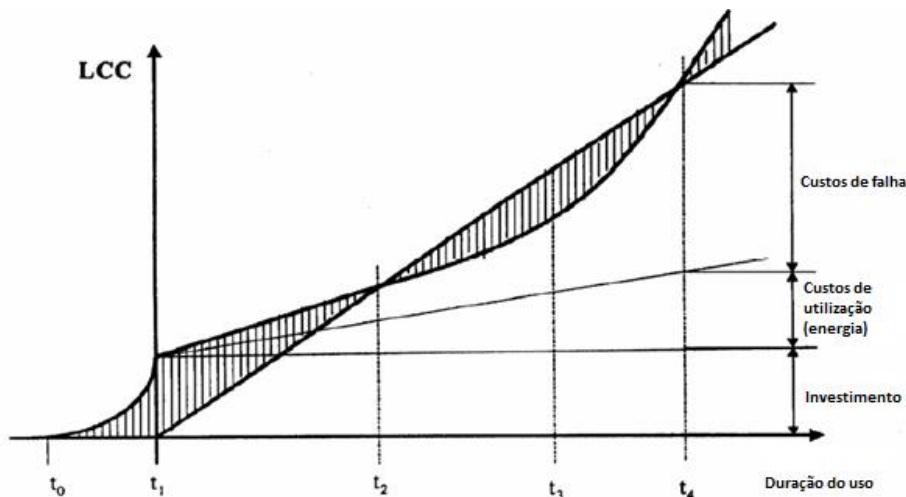


Figura 1.14. Constituição do LCC, [13]

Em que:

$t_0$ – Decisão da compra;	$t_3$ – Rendibilidade máxima;
$t_1$ – Colocação em operação;	$t_4$ – Paragem da manutenção;
$t_2$ – Final da amortização;	$(t_2, t_4)$ – Período de rendibilidade do equipamento.

#### 1.8.4. Otimização dos custos de Avaria

A análise dos custos de manutenção permite verificar que os custos diretos de manutenção e os custos indiretos são inversamente proporcionais. Torna-se até lógico esperar que o aumento das despesas de manutenção tenha por consequência a diminuição dos tempos de paragens imprevistas[13].

Neste pressuposto, deverá ser possível detetar um nível de manutenção que optimize os custos de avaria de um equipamento. A representação gráfica da evolução dos custos directos e indirectos, representada na figura 1.15, pretende demonstrar exatamente isso.

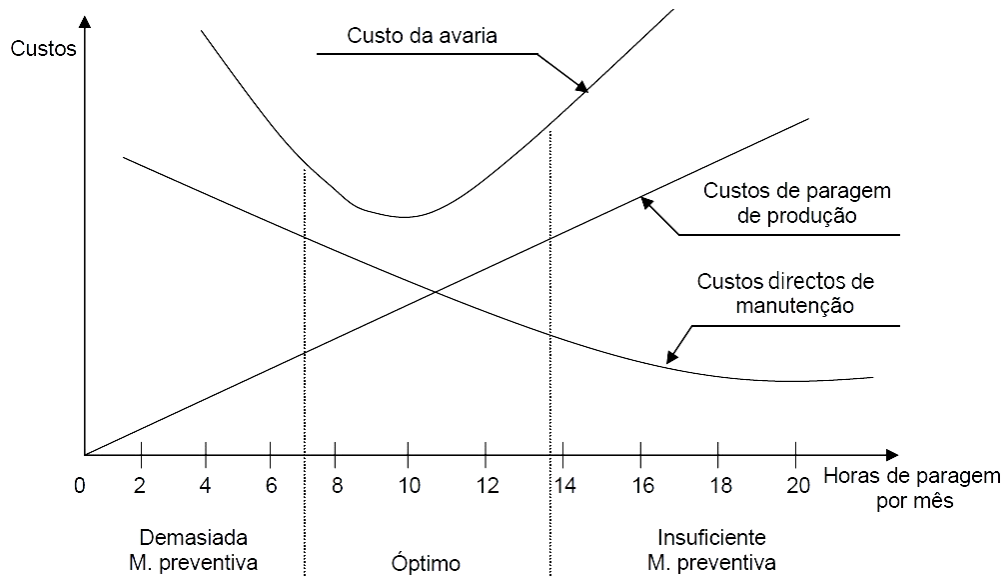


Figura 1.15. Optimização dos custos de avaria [13]

Investir na manutenção torna-se uma decisão difícil de tomar por parte das maiorias empresas, pois os seus resultados são pouco visíveis num curto espaço de tempo. A sua implementação, utilizando os tópicos teóricos mencionados anteriormente pode aumentar o rendimento, a economia, o serviço da manutenção levando a empresa a bom porto.

## Capítulo II – Caracterização da Empresa e sua Manutenção

O caso de estudo centra-se na empresa Cutelarias Cristema Lda. que se dedica a fabricação de produtos de cutelarias, como: talheres, artigos de jardinagem, artigos de Churrasco e utilidades domésticas. Esta empresa também realiza serviços de corte e estampagem de chapa, com o intuito de rentabilizar o investimento.

A empresa Cristema, cujas instalações se representam na figura 2.1, foi criada por João da Silva Fertuzinhos, em 1993, dedicando-se inicialmente à produção de materiais de jardinagem. Posteriormente, com as necessidades do mercado a serem alteradas, a empresa foi adotando novos produtos, implicando aumentos significativos em relação ao volume de vendas.



Figura 2.1- Atuais instalações da empresa Cutelarias Cristema, Lda

Em 2001, a empresa passou a designar-se por Cutelarias Cristema, Lda. E, nesse mesmo ano, adquiriu o primeiro braço Robot, que se revelou um mais-valia em termos de produção direccionada para o cumprimento dos prazos pretendidos. Desde então, a Cristema tem vindo a aumentar o seu parque de máquinas, tendo investido essencialmente na área de produção de talheres.

Em 2008, surgiu a necessidade de ampliar as suas instalações, para dar resposta à colocação de novas máquinas de produção de talheres, bem como máquinas de acabamentos que até a então era efetuado através da subcontratação de serviços.



Figura 2.2- Logotipo da Empresa[25]

Tabela 2.1.Dados da Empresa [25]

Denominação Social	Cutelarias Cristema Lda
Morada	Rua dos Lameiros, nº 577/605 Zona Industrial de Vila Nova de Sande 4805-619 Vila Nova de Sande Guimarães
CAE	25710 – Fabricação de Cutelaria
Contactos	Telefone: +351 253 576 487 Fax: +351 253 579 530 E-mail: cristema@cristema.com Web: www.cristema.com

Atualmente a empresa conta com um quadro de cerca de 24 funcionários, 82 máquinas e encontra-se bem implementada no mercado nacional e internacional, tendo adquirido a distinção de PME Líder no ano de 2011, 2012 e recentemente 2013.

A Cristema apresenta uma estrutura organizacional que se divide em diferentes áreas de negócio sendo a sua estrutura hierárquica a representada no organograma da figura 2.3.

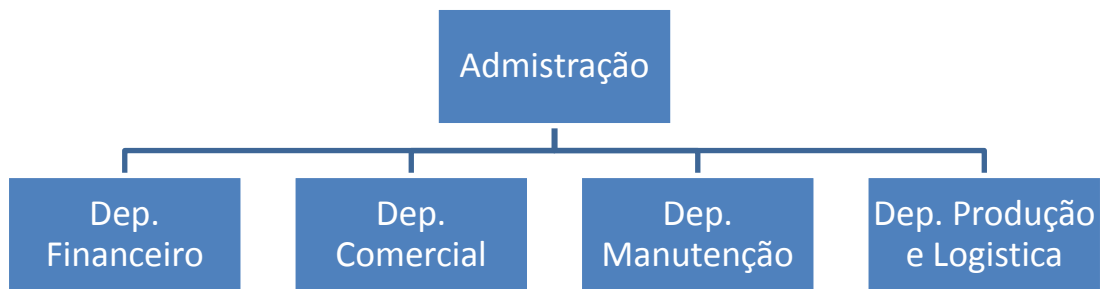


Figura 2.3 – Organograma da Cristema[25]

No setor da cutelaria existem vários processos produtivos que permitem obter um vasto conhecimento em controlo de processos, máquinas e equipamentos. A figura 2.4 indica o roteiro simplificado dos produtos da Cristema. Os mesmos são desenvolvidos e criados nas instalações da empresa.

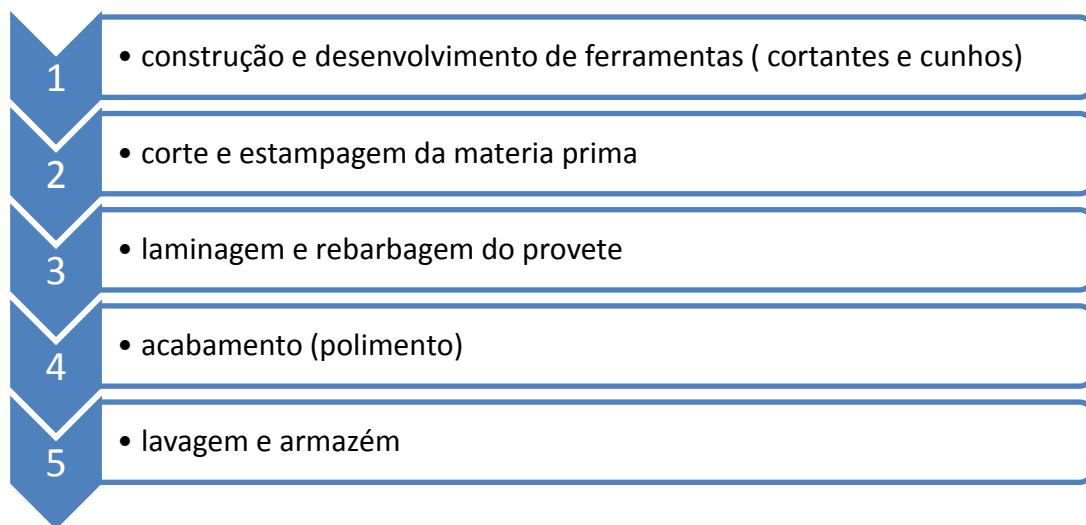


Figura 2.4- Roteiro simplificado dos produtos

## 2.1.Instalações e Equipamentos

A necessidade de um serviço de manutenção é comum à grande maioria das empresas industriais independentemente dos processos produtivos utilizados pelas mesmas. Da mesma forma que os processos são diferenciados, os equipamentos e instalações também o são, o que

leva a que cada serviço de manutenção tenha as suas especificidades de acordo com os processos e equipamentos usados por cada empresa.

O parque de equipamentos de uma empresa pode então ser distinguido em três grandes grupos que englobam tanto os equipamentos de produção como os não ligados à produção:

- Instalações
- Equipamentos de produção;
- Sistemas auxiliares da produção;

### 2.1.1 Instalações

Por instalações são consideradas obras de engenharia civil como os solos, os telhados, paredes, estradas, muros, janelas, portas, entre outros. No grupo das instalações são ainda incluídas as redes telefónicas, informática, refeitórios, material de escritório, etc. A Cristema possui umas instalações com cerca de 3000 m<sup>2</sup> figura 2.5, onde os seus equipamentos estão organizados de forma a facilitar o transporte no processo de produção (ver anexo A) .

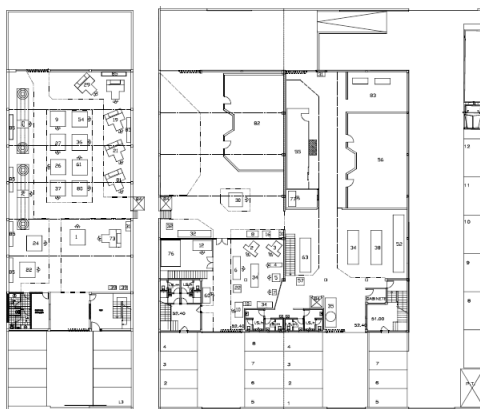


Figura 2.5- Layout das instalações da Cristema[25]

### 2.1.2 Equipamentos de Produção


A Cristema possui cerca de 82 máquinas que dão apoio a produção. Grande parte do equipamento foi adquirida através de insolvências de outras empresas em que os manuais dos fabricantes são escassos ou mesmo inexistentes. Todos os equipamentos que estão na



Cristema, sofrem um processo intenso de restauro, onde são desmontados todos os componentes e substituído os danificados por novos. Na tabela 2.2 estão alguns tipos de equipamentos e a sua função.

Tabela 2.2. Exemplos de Equipamentos Produção da Cristema

<b>Balencè</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Utilizado no Corte de provetes, rebarbagem de provetes e para cunhar marcas nos provetes.</li></ul>	
<b>Prensa</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Utilizado para cunhar todo o tipo de provetes, desde talheres a utilidade domésticas</li></ul>	
<b>Braço robot</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Utilizado para colocar os provetes nas prensas</li></ul>	
<b>Laminadores</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Utilizado para laminar facas e colheres</li></ul>	


<p><b>Transfer polimento</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizado para polir os talheres, composto por 9 cabeças.</li> </ul>	
--	--

### 2.1.3 Sistemas auxiliares da produção

Os sistemas auxiliares da produção são os equipamentos que não atuam diretamente na manufatura do produto, mas sem os quais a produção cessa ou abranda a sua atividade ou ainda vê diminuído o seu nível de qualidade. Nesta categoria estão incluídos:

Tabela 2.3-Exemplos de Equipamentos Auxiliares da Cristerna

<p><b>Ar comprimido</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Compressor</li> <li>• Secador</li> <li>• Rede distribuição</li> </ul>	
<p><b>Eletricidade</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Posto de transformação</li> <li>• Rede elétrica</li> <li>• Quadros elétricos</li> </ul>	
<p><b>Transporte</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Empilhadores</li> <li>• Monta-cargas</li> <li>• Porta-paletes</li> <li>• Carrinhos</li> </ul>	

<p><b>Águas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fornecimento de água</li> <li>• Tratamento de águas</li> <li>• Conduitas</li> </ul>	
--	--

#### 2.1.4 Manutenção na Empresa

A manutenção na Cristema encontra-se em desenvolvimento, pois com a chegada de novas máquinas surgiu a necessidade premente com a manutenção da mesma. Baseando na teoria desenvolvida no capítulo anterior, na empresa não se pode afirmar que se pratica a manutenção. Os tópicos seguintes tópicos são indicadores dessa falta de manutenção:

##### a) Registos/ Históricos

A Cristema neste tópico não tem qualquer sistema que possa registar ou mesmo arquivar qualquer tipo de registo proveniente de avarias de máquinas. Também ainda não possui nenhum local onde estejam facilmente disponíveis os documentos das máquinas. A nível de codificações a Cristema apenas dispõe da numeração dos equipamentos existentes e a laborar.

##### b) Controlo de *stocks*/ armazéns

A Cristema ainda não tem nenhum controlo de *stock* e apresenta uma desvantagem acrescida: o armazém da manutenção está inserido no armazém de produção, o que dificulta o seu controlo com a quantidade de pessoas que o frequentam. Na Cristema apenas é contabilizado o valor das peças encomendadas pela fatura/guia que acompanha o produto.

##### c) Procedimentos na manutenção

O facto de não ter registo de manutenção prejudica a existência de procedimentos, bem como o tempo necessário para a realização de tarefa. Esta função está muito dependente do chefe da manutenção dada a sua vasta experiencia. Um dos problemas deste tópico é que apenas se encontra uma pessoa disponível para poder “comandar” os procedimentos a realizar

e caso exista uma falha da sua presença pode ser prejudicial para o desenvolvimento do produto ou empresa.

d) Tipo Manutenção /Planeamento

Na Cristema utiliza-se muito a manutenção corretiva em que a boa relação com os fornecedores permite até a data de hoje uma boa capacidade de resposta às necessidades da mesma. Por vezes, é utilizada a manutenção de melhoria, com o intuito de dilatar o tempo médio de vida do componente ou aperfeiçoar o processo de fabrico. No que concerne ao planeamento, a Cristema efetua certos trabalhos extras horas de produção com o intuito de não prejudicar a mesma, mas não tem nenhum plano que ajude os colaboradores da manutenção da empresa.

e) Mão-de-obra

A Cristema mesmo com uma equipa de manutenção baixa formação profissional, possui apenas um licenciado em engenharia Mecânica e 3 profissionais com algum traquejo para a manutenção mas sem habilitações académicas. Uma das lacunas deste departamento reside no facto de serem desorganizados o que leva a que todo o trabalho se desenvolva de forma mais lenta e, conseqüentemente desmotivante. Na Cristema torna-se necessários recorrer à subcontratação de mão-de-obra em máquinas que requerem conhecimentos em electrónica, automação e ar comprimido (compressores).

f) Custo de manutenção

Atualmente a Cristema apenas realiza controlo de custo de material comprado por máquinas, tendo a informação nos serviços de contabilidade. Ainda não há cruzamento de dados relativos ao nível de controlo de custos com os intervenientes, peças utilizadas, horas trabalho, impossibilitando assim o conhecimento do custo geral da manutenção naquela máquina.

Torna-se necessário ter um ponto de referência na abordagem da caracterização da manutenção para que a mesma não possa ser viciada ou mal avaliada. Para este tipo de situações recorre-se a uma auditoria ou diagnóstico do estado da manutenção, em que existem

2 tipos: método francês de diagnóstico (aplicado às PME) e métodos americano de diagnóstico (aplicado às Megaempresas). Sendo a Cristema uma PME, o método de diagnóstico do estado de manutenção mais adequado é o método francês.

## **2.2. Diagnóstico do estado de manutenção pelo método Francês**

Este método de diagnóstico do estado da manutenção centra-se numa sequência de inquéritos (ver anexo B) cuja avaliação das respostas indica o posicionamento da empresa.

Este diagnóstico foi apresentado pelo CETIM [26] (centro tecnológico das indústrias metalomecânicas de França) que tem por missão contribuir para o desenvolvimento da pesquisa, para a melhoria da produtividade e para a garantia da qualidade da indústria metalomecânica.

O método pretende ser um contributo na implementação do processo de melhoria da gestão da manutenção e, ainda, ser uma ferramenta de análise para o apoio à empresa, quer na apreciação da eficácia das suas atividades. A necessidade de um diagnóstico deste tipo enquadra-se na nova missão de muitas empresas que pretendem passar de um estado de manutenção corretiva, em que a componente de planeamento seja relevante [26].

Este diagnóstico baseia-se em 8 questionários, tabela 2.4, a preencher pelos responsáveis técnicos da empresa. Cada uma das fichas é constituída por diversas perguntas, tipo inquérito, com 4 possibilidades de resposta correspondente a uma pontuação [26]:

- Sempre (verifica-se sempre na empresa), equivalente a 1 ponto;
- Quase Sempre (nem sempre se verifica na empresa), equivalente a 0.7 pontos;
- Quase nunca (às vezes verifica-se na empresa), equivalente a 0.3 pontos;
- Nunca (nunca se verifica na empresa), equivalente a 0 pontos.

Tabela 2.4 - As 8 componentes de estudo do diagnóstico, adaptado [26]

Ficha	Atividade	Pontuação máxima aplicável
1	Gestão de equipamentos	15
2	Manutenção de 1º nível	8
3	Gestão de stocks e peças de reserva	14
4	Gestão de trabalhos	12
5	Análise FMDS	13
6	Análise de Custos	10
7	Base de dados	9
8	Planificação e Prevenção	12

Este tipo de diagnóstico permite também obter informações sobre a importância das respostas dadas, ou seja, cada local de resposta está preenchido por uma cor (verde, amarelo, vermelho) que ajudará na análise do diagnóstico. Estes critérios permitam a posicionar a empresa, ver tabela 2.5.

Tabela 2.5- Critérios de importância de avaliação, adaptado [26]

<b>Verde</b>	<b>Resposta adequada</b>  Esta resposta é sempre a desejável
<b>Amarelo</b>	<b>Resposta excepcional</b>  Só algumas respostas é que deverão ser deste tipo, devendo a empresa melhorá-las logo que possível
<b>Vermelho</b>	<b>Resposta Crítica</b>  A empresa nunca deveria ter este tipo de resposta, sendo as primeiras a ser revistas

Após o preenchimento das respostas aos questionários e avaliação da pontuação obtida é elaborado o gráfico de posicionamento, designado por “mapa Radar”, o qual permite visualizar graficamente as áreas onde é necessário intervir.

Os oito braços no mapa radar, figura 2.6, representam as oito áreas complementadas pelos inquéritos. A verde corresponde a posição da Cristema, o que corrobora o facto de na empresa não existir manutenção e vários parâmetros tem obtido a pontuação de 0 pontos.

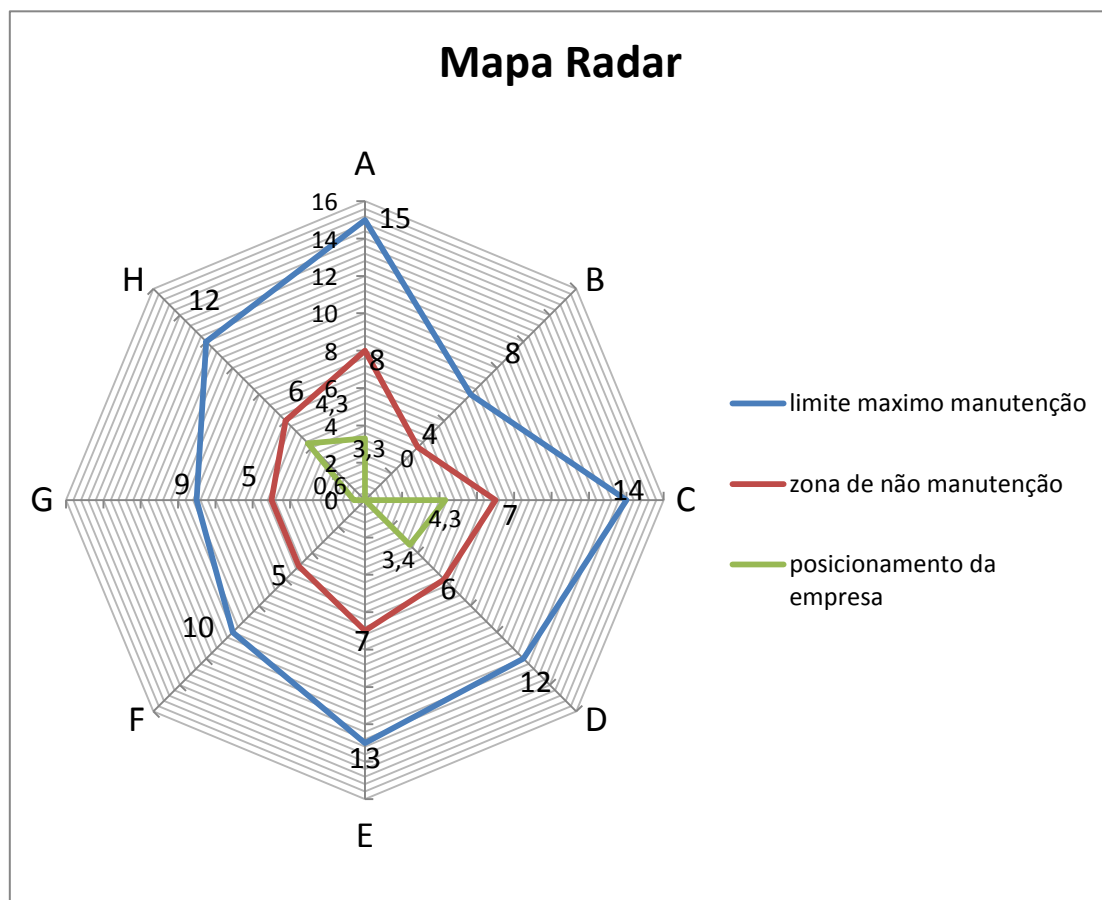


Figura 2.6- Representação do gráfico obtido dos inquéritos realizados

## Capítulo III – Estabelecimento do Plano Manutenção

Neste capítulo é apresentado o estudo do plano de manutenção elaborado na Cristema. Posto isto, e abordando a problemática pretendida, o plano de manutenção consta de um conjunto de informações e ordens que se tornam fundamentais seguir para se maximizar a produção e racionalizar os custos associados. Deste modo, esse conjunto fica completo através das fichas do equipamento e das ordens de serviço de manutenção preventiva que, posteriormente, vão permitir a elaboração do plano de manutenção para os equipamentos, elaborado em Access. A criação da base de dados tem como objectivo permitir o correcto registo das intervenções de manutenção para posterior análise e a correcta gestão das ações de manutenção preventiva, nomeadamente no controlo dos atrasos. Através dessa informação será possível identificar o tipo de avaria mais recorrente por equipamento e atuar no sentido de a prevenir.

De uma forma esquemática:

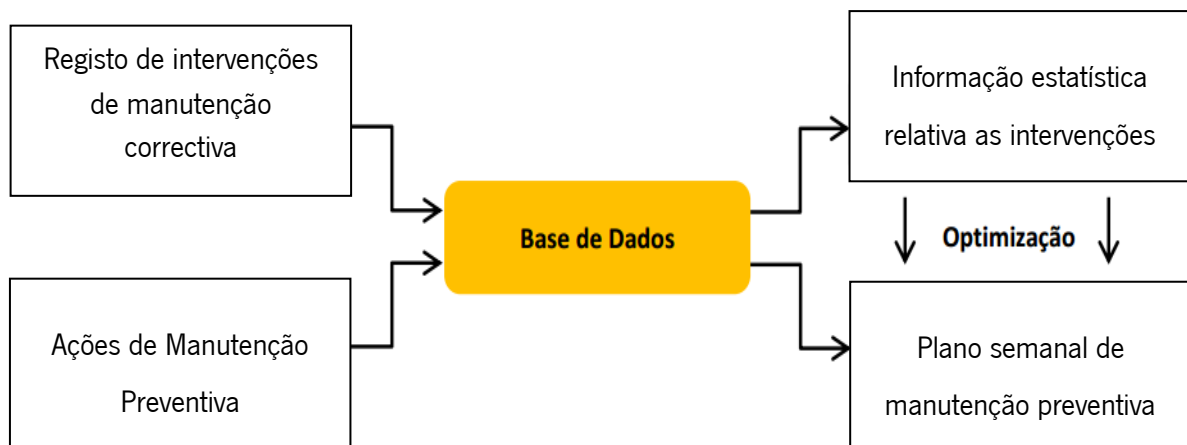


Figura 3.1- Forma esquemática da base dados



### 3.1. Implementação dos Primeiros parâmetros

Este subcapítulo refere-se ao início da implementação da manutenção na empresa, onde a criação de codificações, fichas de registos, organização, entre outras, são o suporte para que o sucesso da implementação seja positivo e duradouro.

#### 3.1.1. Codificação

##### Equipamentos

Os equipamentos na empresa são, como referido no capítulo anterior, constituídos pelos equipamentos de produção, sistemas auxiliares e instalações. Porém as diferenças não se esgotam nesta divisão. Existem diferentes tipos de equipamentos com várias funções e constituição distintas. Um equipamento de manutenção é ainda composto por órgãos e peças que estarão sujeitos não só a avarias, como a substituições, reparações e outro tipo de actividades. Como é referido em 1.6.2.1, com o inventário dos equipamentos estruturado elabora-se, para cada equipamento, um arquivo, designado por manual técnico, onde serão arquivados todos os seus dados técnicos.

. Pretende-se desenvolver um sistema que permita agrupar os equipamentos existentes por características semelhantes: constituição e processo de fabrico a que se destinam.

As hipóteses de codificação de um objecto de manutenção são variadas, cada uma com vantagens e desvantagens. No âmbito desta dissertação foi concebido um sistema de codificação segundo as recomendações de Cabral [7]:

**Tabela 3.1- Codificação dos equipamentos**

Grupo funcional	Sistema	Tipo	Equipamento	Secção	Elemento
0	00	00	00	XXX	XX - 000

- Grupo funcional: numeração que refere se o equipamento é diretamente produtivo, auxiliar da produção ou se faz parte das instalações;
- Sistema: conjunto de algarismos que indicam o sistema a que pertence o equipamento;
- Tipo: conjunto de algarismos que diferenciam o equipamento dentro do sistema;

- Equipamento: numeração sequencial que diferencia os objetos do mesmo tipo, utilizando a numeração já existente na empresa;
- Secção: conjunto de três letras que refere a secção onde se encontra o equipamento. Este parâmetro pode ser alterado ao longo do tempo de vida em função da sua localização na empresa;
- Elemento: conjunto de letras e algarismos que referem um tipo específico de equipamento. Este parâmetro é usado quando se quer referir uma peça ou órgão específico de um equipamento. Os elementos incluídos nesta categoria serão alvo de tratamento individualizado por parte da manutenção

A estruturação do código desde o “Grupo Funcional” até à “Secção” tem como objetivo ajudar a inventariação e permitir agrupar os equipamentos da empresa por características e utilização comum.

A restante divisão apenas estará presente no manual do equipamento e com o intuito de permitir a correcta imputação das avarias aos órgãos e peças correctas. Além disso, servirá como base para a criação de fichas individuais para os equipamentos que terão uma gestão individual, como motores, bombas e contadores de água. Este registo individual irá permitir o controlo histórico das falhas e reparações efectuadas nos equipamentos com vários níveis de detalhe.

Com este tipo de codificação, a Cristema encontra-se com um parque de máquinas, organizados como mostra no Anexo C.

### Artigos

Com o parque de máquinas organizado/codificado é imprescindível não estabelecer um método que permita organizar/codificar as peças sobresselentes. A criação de uma codificação que permita a todos os utilizadores da manutenção uma fácil identificação e acesso aos artigos é uma tarefa bastante árdua, pois como referido no capítulo 2.1.4, a Cristema não possui nenhum armazém nem acessórios organizados e possui um vasto número de artigos em *stock*, como refere no capítulo 1.6.2.2. o armazenamento de peças tem um custo associado e em demasia

pode tonar um valor elevado. Neste tópico abordou-se um esquema de codificação mais adequada às características da empresa, baseado em Cabral [1].

Tabela 3.2- Codificação de acessórios

Classe	Família	Subfamília	Nº sequencial
X	XX	XXX	XXX

- Classe – numeração que refere o tipo de classe a que os acessórios se identificam (ex.: sobresselentes específicos, reservas comuns, consumo, lubrificantes, ferramentas, etc)
- Família – numeração que identifica o tipo de família a que pertence (lâmpadas, mangueiras, rolamentos, parafusos, etc)
- Subfamília - segue o mesmo raciocínio da família mas agora as opções ficam mais refinadas às famílias que pertençam.
- N sequencial – número sequencial de entrada para a população da subfamília criada.

Um exemplo prático da utilização desta codificação, é da classe de consumos, família dos parafusos onde se encontra no anexo C.

Este tipo de codificação conseguirá proporcionar o cadastro de todos os artigos de *stock*. Importa cadastrar os artigos sem ambiguidade, isto é, o colaborador não deverá ter dúvidas para codificar.

### Ferramentas

A produção de cutelarias abrange um grande número de ferramentas, em muitos dos casos para produzir um simples produto são necessários 3 ou mais ferramentas. Saber o tempo de Vida de uma ferramenta é uma das expectativas da Cristema, pois o custo associado à sua fabricação tem um valor muito acrescentado na realização do produto. Torna-se impossível criar um jogo completo de ferramentas para uma produção muito baixa, pois todos os processos

inerentes a fabricação são muito dispendiosos. Ao desenvolvimento das fichas de manutenção para as máquinas associou-se uma ficha de manutenção para as ferramentas (anexo C, Ficha Ferramentas), pois todos os dias existem ferramentas que necessitam de ser retificadas ou mesmo substituídas. Para que a elaboração deste histórico por ferramenta foi necessário criar uma codificação correspondente, fazendo uma espécie de B.I. da mesma, ficando registado toda a informação. Desta feita, a codificação permitirá melhorar a organização e acessibilidade dos tratamentos de dados, bem como possibilitar a exata localização da estante na produção.

Para esta codificação utilizou-se o código base da contabilidade para que os mesmos possam ajudar o reconhecimento da mesma.

Tabela 3.3- Exemplo da codificação da contabilidade para talheres

42- -	Modelo Flor
4201	FACA DE MESA
4202	COLHER DE MESA
4203	GARFO DE MESA
4204	FACA DE SOBREMESA
4205	COLHER DE SOBREMESA
4206	GARFO DE SOBREMESA
4207	FACA DE PEIXE
4208	GARFO DE PEIXE
4209	COLHER DE CHA
4210	COLHER CAFÉ
4211	COLHER DE REFRESCO

Para o exemplo da tabela 3.3, a codificação das ferramentas que estão associadas a este modelo fica segundo a tabela 3.4.

Tabela 3.4- Codificação das ferramentas exemplo Flor

		Corte	Estampa	Rebarbador	Serrilhador
1	FACA DE MESA		E.4201	R.4-01	S.4-01
2	COLHER DE MESA	C.4-02	E.4202		
3	GARFO DE MESA	C.4-03	E.4203		

4	FACA DE SOBREMESA		E.4204	R.4-04	S.4-04
5	COLHER DE SOBREMESA	C.4-05	E.4205		
6	GARFO DE SOBREMESA	C.4-06	E.4206		
7	FACA DE PEIXE	C.4-07	E.4207		
8	GARFO DE PEIXE	C.4-08	E.4208		
9	COLHER DE CHA	C.4-09	E.4209		
10	COLHER CAFÉ	C.4-10	E.4210		
11	COLHER DE REFRESCO	C.4-11	E.4211		

Esta tabela é constituída pelas referências dos artigos e os processos de fabrico (conformação) que necessitam de ferramentas. Na indústria de cutelarias produz-se vários modelos e no entanto, muita das vezes, apenas se muda a forma do gravado (cunho/estampa). Esta estratégia é utilizada para se poder conjugar vários modelos partindo de uma só ferramenta de corte fazendo que o jogo completo de ferramentas seja mais acessível. A codificação pela contabilidade realizada está dividida pelo modelo de corte, sendo o primeiro número associado ao perfil do talher. O cunho/estampa é o processo que permite identificar o produto logo a sua codificação é única. As facas, sofrem alguns processos extra, no entanto seguem a mesma ideologia do corte das colheres/garfos. A tabela 3.5 representa a lógica de codificação das ferramentas.

Tabela 3.5- Método Codificação Ferramentas

Tipo de Operação	Modelo	Talher
X	XX	XX

Utilizando o exemplo anteriormente, o tipo de operação é dado pela letra inicial do processo de fabrico associado (corte/estampagem/rebarbador/serrilhador), seguido do modelo correspondente. Caso o modelo tenha combinações associadas coloca-se um hífen (-). Por fim coloca-se a denominação do talher, onde cada número irá distinguir por exemplo, uma colher mesa ou uma colher sobremesa.

### 3.1.2. Registo de Intervenções

O registo das intervenções é um dos fatores base da Manutenção, como se salienta no subcapítulo 1.6.7. Qualquer o tipo de Manutenção ou Modelo de Manutenção mencionado no capítulo 1.4, recorre aos registos de intervenção para as suas análises. O histórico que prevêm dos registos ajudam a guardar informações pertinentes sobre o trabalho efetuado. Sabendo que a empresa trabalha à base da manutenção correctiva e de melhoria (capítulo 2) torna-se necessário criar fichas de registos pois o objectivo é obter alguns indicadores de manutenção para ajudar a planear e calcular o custo da manutenção. O desenvolvimento destes registos passa também por ficha de manutenção preventiva, ficha de inspecção, ficha de ferramenta e ficha de equipamento, ver anexo D.

Para melhor entender toda esta metodologia criou-se fichas com cores correspondentes ao tipo de manutenção. Assim, quando um colaborador necessitar de intervir em algum equipamento, pode recorrer às cores dos registos de intervenção (tabela 3.6) para identificar concretamente o tipo de manutenção que realizou. Deste feito, o colaborador familiariza-se mais rapidamente com o sistema permitindo um maior rendimento do trabalho, ver anexo D.

Tabela 3.6- cores dos registos de Intervenção

	Ficha de registo de equipamentos
	Ficha manutenção Preventiva
	Ficha de intervenção de Melhoria
	Ficha de Ferramentas
	Ficha de Inspeção / Visualização
	Ficha de reparação de avaria

A seleção das cores foi premeditado no sentido de os colaboradores, conseguirem que se automaticamente associar a cor ao seu significado, por exemplo, a cor vermelha corresponde a ficha de reparação de avaria, figura 3.2. A cor cinzenta corresponde a uma ficha de informação do equipamento, a qual irá identificar a capa do *dossier* de cada equipamento. A cor verde, simboliza segurança na indústria, é uma cor adequada a este tipo de manutenção pois quando se realiza uma manutenção preventiva, significa que já foi planeada e preparada

antecipadamente. A cor Azul simboliza um cuidado a ter, como uma ação contra o acidente, sendo a melhoria uma manutenção que tem sempre um propósito para a sua realização, que normalmente é a segurança do trabalhador ou do equipamento. A cor laranja identifica as partes móveis de máquinas e ferramentas, e sendo uma ficha de registo de intervenções, a ferramenta adequa-se ao objetivo pretendido. A cor amarela significa cuidado mas também aviso, e como a inspeção/visualização tem que respeitar um tempo limite, ajuda os colaboradores a tomarem consciência de que se trata de uma tarefa de extrema importância. A cor vermelha, tal como referido anteriormente, significa perigo e normalmente quando uma avaria acontece a resposta mais rápida é efectuar uma manutenção correctiva. A acumulação excessiva deste tipo de fichas de manutenção também alertará mais facilmente o responsável da manutenção, pois o vermelho tem propriedades de cativar atenção aos seres humanos.

Neste tipo de registos, o colaborador preenche o cabeçalho com a identificação do equipamento e grande parte da informação é preenchida através de vistos nas opções previstas para que o preenchimento do registo não seja cansativo. Apenas na ficha de melhoria e na ficha de avaria o colaborador acrescenta um pequeno resumo onde identifica o problema com mais informação que possa ser útil para uma futura intervenção.

CRISTEMA		Ficha de reparação de avaria		NºFicha:
Designação:	Código:	Secção:		
Data Avaria:	Hora Avaria:	Data da reparação:	Hora da reparação:	
<b>Natureza da Avaria</b>				
Mecânica <input type="checkbox"/>	Hidráulica <input type="checkbox"/>	Electrónica <input type="checkbox"/>		
Eléctrica <input type="checkbox"/>	Pneumática <input type="checkbox"/>	Outro <input type="checkbox"/>		
<b>Sintoma</b>				
Ruido <input type="checkbox"/>	Vibração <input type="checkbox"/>	Baixo Rendimento <input type="checkbox"/>	Inoperacional <input type="checkbox"/>	
Fractura <input type="checkbox"/>	Fuga <input type="checkbox"/>	Produção defeituosa <input type="checkbox"/>	Outro <input type="checkbox"/>	Qual? <input type="checkbox"/>
<b>Causa da Avaria</b>				
Desgaste <input type="checkbox"/>	Falta de limpeza <input type="checkbox"/>	Manutenção ineficiente <input type="checkbox"/>	Outro <input type="checkbox"/>	
Acidente <input type="checkbox"/>	Má utilização <input type="checkbox"/>	Não identificável <input type="checkbox"/>	Qual? <input type="checkbox"/>	
<b>Elemento causador da Avaria</b>				
Descrição do trabalho:				
Mão-de-obra				

Figura 3.2- Exemplo do registo desenvolvido

### 3.1.3. Manual técnico do equipamento

O conjunto de documentação referente a um equipamento deve ser armazenado em arquivo próprio, de fácil acesso a todo o pessoal da manutenção, seja para planejar um trabalho, seja para o executar. O manual técnico do equipamento é o elemento agregador de toda a informação do mesmo. Nele, devem constar os manuais, documentação comercial, lista de peças, documentos técnicos, etc. No âmbito da presente dissertação, foi elaborado um modelo de manual técnico a implementar onde constam:

- Ficha de registo do equipamento (anexo D)
- Plano de manutenção (anexo D)
- Registos de intervenção (anexo D)

A ficha de registo do equipamento deve ser usada para caracterizar o equipamento de forma precisa, quer seja na estrutura de manutenção, quer seja a nível técnico. Neste documento consta:

- Codificação do equipamento e designação;
- Referência à documentação técnica adicional;
- Ficha técnica para caracterização técnica do equipamento;
- Lista dos subconjuntos com espaço para a sua designação, código e constituição;
- Lista de peças de substituição com espaço para designação, quantidade e local de aplicação, bem como um espaço para colocação do código referente à peça que deverá ser aplicado pela gestão do armazém.

O plano de manutenção consubstancia-se numa lista com as várias tarefas a desempenhar pela equipa de manutenção, respetiva periodicidade, tipo de trabalho, estado do equipamento aquando da intervenção, tempo estimado e observações relevantes. Depois de preenchido o plano, os vários trabalhos são separados por tipo e periodicidade.

A diferenciação dos vários trabalhos deve-se a pequenas especificidades das tarefas:

- Para além da sequência de tarefas, nas intervenções importa reservar um espaço na ficha para registar o que foi medido ou observado (campo de preenchimento Obs.);



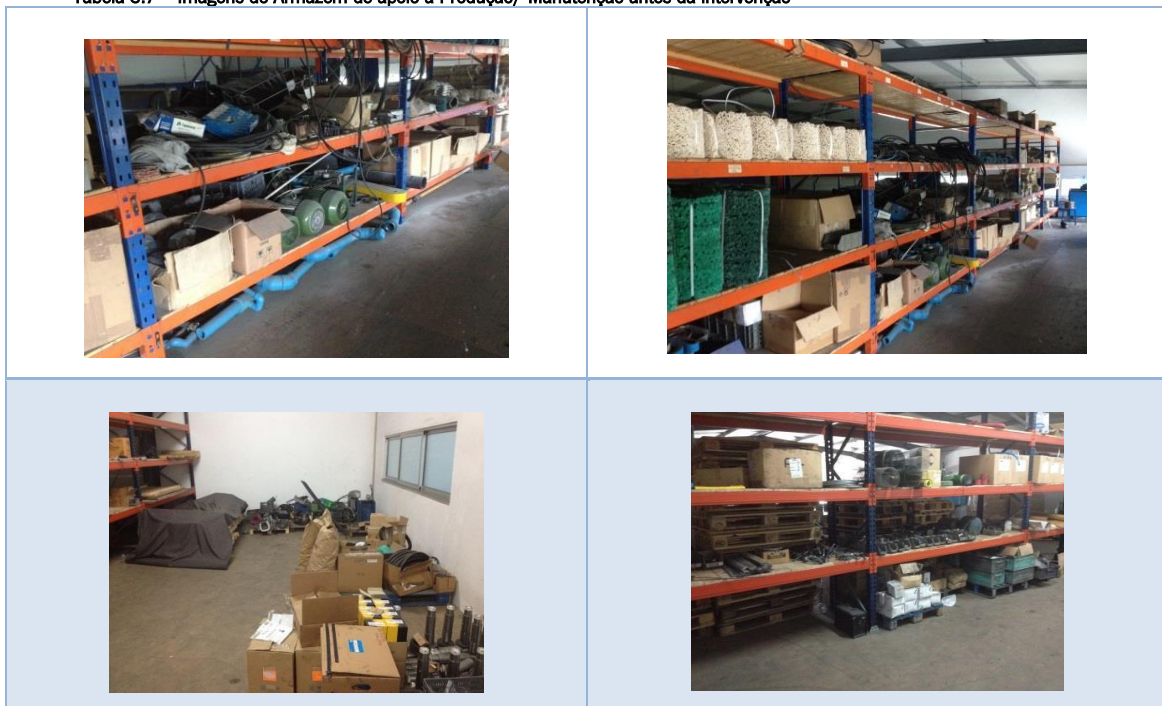
- Nas lubrificações, para além de especificar os pontos de lubrificação, deve também ser especificado o lubrificante e a quantidade;

Os trabalhos de manutenção referentes ao 1º nível, mais concretamente as tarefas de limpeza, deverão ser incluídos na Ficha de Lubrificação e visualização (Anexo D). A Ficha de Limpeza destina-se ao operador e contém as operações que este deverá realizar, a sua periodicidade e os materiais a usar.

### 3.1.4. Gestão de Materiais

A gestão das peças e dos materiais é um elemento importante para a gestão da manutenção, como se salienta no subcapítulo 1.6.2.2. Na Cristema não existe nenhum processo de controlo nem nenhum método de armazenagem de materiais provenientes de fornecedores. Existem apenas locais onde repõem os materiais mas sem qualquer identificação ou ordem por arrumação. Como referido no subcapítulo 2.1.4. alinha b, a Cristema possui 2 armazéns que dão apoio à produção e à manutenção, o que a impede de ter um controlo efetivo a nível de *stock* bem como a nível do custo investido no mesmo. A tabela 3.7, representa o armazém da manutenção da empresa.

Tabela 3.7 – Imagens do Armazém de apoio à Produção/ Manutenção antes da intervenção



A solução deste problema passa por dividir os dois armazéns: um exclusivamente para a produção e outro para a manutenção. Este novo armazém da manutenção irá obter todas as peças, equipamentos, acessórios que possam ser utilizados no quotidiano. A sua localização também é importante, tendo em linha de conta que está próximo da serralharia, local onde realizam os trabalhos de manutenção, todas as tarefas sai simplificados. O primeiro passo passa por colocar em cada um dos armazéns todo o material correspondente, fazendo um pequeno filtro aos componentes existentes, mas a grande variedade de peças e equipamentos faz com que a organização seja bastante complexa e morosa. Para que a organização seja realizada com sucesso repartiram-se os equipamentos e peças por máquinas/ferramentas, agrupando-se as peças mais comuns de cada máquina correspondente. As peças genéricas, como rolamentos, molas, parafusos foram colocados num armário de peças *standard*, sendo a sua procura diária, as peças estarão mais acessíveis e devidamente identificadas, utilizando a codificação descrita anteriormente. A resolução deste problema baseou-se nas normas ISO 9001, que é reconhecida como um *standard* de garantia da qualidade, que define responsabilidades e procedimentos a seguir de melhoria contínua, garantindo um funcionamento óptimo do sistema.

---

Tabela 3.8-Imagens da organização do armazém

---





## 3.2. Manutenção a Funcionar

### 3.2.1. Acesso ao histórico de Manutenção

Como mencionado no subcapítulo 1.6.3., a documentação da manutenção deve estar num local de bom acesso aos intervenientes da manutenção e o local mais indicado é onde decorre a maior parte do trabalho de manutenção. Para que o acesso seja bastante prático e rápido adicionou-se na serralharia um armário, com um conjunto de capas associadas a cada máquina, onde a sua identificação é colocada na borda da capa com a nova codificação. Dentro destas capas estão todos dos documentos associados, como mencionado no subcapítulo 3.1.3. Os mesmos dados serão guardados digitalmente por um *software* desenvolvido para o sistema, abordado nos capítulos seguintes, com intuito de proteger a informação.



Figura 3.3 - armário de acesso ao histórico

### 3.2.2. Atribuição de Funções

No departamento de manutenção da Cristema existem 4 colaboradores cujo trabalho desenvolvido é indispensável à organização. Inicialmente na Cristema não existia uma diferenciação entre os colaboradores. A falta desta hierarquia de funções induzia a alguns atritos na realização das tarefas. Atualmente torna-se essencial criar funções específicas para que as pessoas sejam mais responsáveis e que respondam pelo seu trabalho permitindo criar novos objectivos na instituição, e também, aumentar a motivação dos elementos. Após a análise dos atributos de cada colaborador, juntamente com a direção da Cristema atribuiu-se as seguintes funções (tabela 3.9).

Tabela 3.9- Funções dos colaboradores

Colaboradores	Atributos	Função
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Criar sistemas de melhorias;</li> <li>- Conhecimentos pneumáticos e órgãos de máquinas;</li> <li>- Experiência em máquinas de apoio serralharia;</li> <li>- Conhecimentos em moldes;</li> <li>- Conhecimentos em eletricidade</li> </ul>	<u>Técnico de manutenção de 1ª</u> (responsável pela organização dos procedimentos de manutenção/moldes)
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conhecimentos em moldes;</li> <li>- Experiência em máquinas de apoio serralharia;</li> <li>- Eficácia e responsabilidade</li> </ul>	<u>Serralheiro de 1ª</u> (Responsável por criação / manutenção de moldes e gestão de materiais)
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Experiência em torno mecânica</li> <li>- Experiência em manutenção básica</li> </ul>	<u>Técnico de manutenção 2ª</u>

		(aprendiz serralheiro/ responsável manutenção 1º nível)
4	-Boa capacidade de organização; -Conhecimentos em manutenção mecânica; -Experiência em máquinas CNC (erosão) - Conhecimentos informáticos - Capacidade de gestão - Capacidade liderança/motivação	<u>Responsável pelo departamento de manutenção</u>  (organizar planos de manutenção preventiva, controlar custos e serviços da manutenção, requisitar matérias)

### 3.2.3. *Marketing Interno*

A sensibilização dos responsáveis diretos e indiretos da manutenção (pessoal da produção), é um factor importante para o sucesso do projeto. É essencial que os futuros utentes estejam familiarizados com este sistema e possam, de certa forma, interferir positivamente. O pessoal da manutenção deverá ser chamado a opinar sobre o que se vai fazendo e o responsável a avaliar o respetivo plano de manutenção preventiva e as medidas de diagnóstico necessárias à detecção das avarias típicas.

Sendo uma metodologia nova na empresa, torna-se pertinente a explicação dos conceitos e vantagens da mesma, para potenciar os resultados esperados. A mudança ou implementação de uma nova metodologia leva sempre à inércia de quem a recebe, pelo que se constitui com um factor negativo. Neste caso prático, ao longo do estágio curricular foi debatido com os responsáveis da manutenção vários conceitos/boas práticas de manutenção para que no final a sua implementação pudesse ser mais tranquila. Na sensibilização desta metodologia optou-se por focar 4 tópicos indispensáveis para ao sucesso da mesma:

- Planeamento
- Organização de materiais
- Procedimentos de intervenções
- Trabalho em equipa



### 3.2.4. Alcançar os Indicadores de manutenção

A informação necessária para alcançar os indicadores de manutenção deve ser organizada para que seja recolhida sistematicamente e permita, para além da obtenção do MTBF, MTTR e Disponibilidade, calcular os seguintes indicadores:

Tabela 3.10- Indicadores de manutenção a utilizar, adaptado Monchy

Categoria	Formulação	Objectivo
Organização	$\frac{\text{Tempo gasto em manutenção corretiva}}{\text{Carga horária disponível}} \times 100$	Tempo gasto em trabalho reativo
Organização	$\frac{\text{Tempo gasto em manutenção preventiva}}{\text{Carga horária disponível}} \times 100$	Tempo gasto em trabalho proactivo
Organização	$\frac{\text{Custo total da mão – de – obra}}{\text{Custo direto de manutenção}} \times 100$	Implicações da mão-de-obra no custo direto de manutenção
Organização	$\frac{\text{Custo de materiais e peças aplicadas}}{\text{Custo direto de manutenção}} \times 100$	Implicações dos materiais e peças no custo direto de manutenção
Organização	$\frac{\text{Custo de trabalhos subcontratados}}{\text{Custo direto de manutenção}} \times 100$	Implicações da manutenção subcontratada no custo direto de manutenção
Organização	$\frac{\text{Nº intervenções referidas como "Outros"}}{\text{Tempo decorrido}} \times 100$	Nível de inventariação do parque de equipamentos e instalações
Planeamento	$\frac{\text{Carga prevista pelo planeamento}}{\text{Carga disponível de manutenção}} \times 100$	Carga de trabalho prevista para a manutenção preventiva
Planeamento	$\frac{\text{Nº trabalhos planeados}}{\text{Nº trabalhos planeados executados}} \times 100$	Medida de eficiência do planeamento
Desempenho dos equipamentos	Nº avarias	Nº de avarias segundo a sua classificação: por sintoma, natureza e causa.
Desempenho dos equipamentos	$\frac{\text{Nº de avarias}}{\text{Tempo de funcionamento}} \times 100$	Taxa de avarias
Desempenho dos equipamentos	$\frac{\text{Custo de falha}}{\text{Custo total de manutenção}} \times 100$	Medida da necessidade de aplicar manutenção preventiva

### 3.2.5. Suporte computacional

O crescente interesse por parte da administração nos benefícios da manutenção levou à iniciativa de desenvolver dentro da empresa um protótipo de *software* de apoio aos trabalhos de manutenção.

Tal como o próprio nome indica, um *software* de apoio à manutenção é uma ferramenta que apoia a gestão da manutenção. A característica mais importante que o *software* deve ter reside na capacidade de fornecer a informação de manutenção de forma estruturada e em formato tecnicamente reconhecível, ou seja, o mais importante é a capacidade de acumular e disponibilizar informação.

No mercado existem várias empresas dedicadas ao desenvolvimento e venda de *software* para manutenção, mas apresentam preços bastante elevados para as funcionalidades que esta empresa necessita pelo que o investimento nos mesmos representaria um desperdício de dinheiro.

O desenvolvimento deste protótipo, baseou-se nas informações que as fichas de intervenções com o intuito de facilitar a inserção dos dados por parte dos executantes.

Inicialmente, cada técnico de manutenção possui um *login* e *password* e realiza um formulário inicial, figura 3.4. Este tipo de registo permite que cada pessoa seja responsável pelo seu serviço e reserva a privacidade do executante, impedindo alterações de informações por terceiros.

A imagem mostra uma janela de software intitulada "Cristema SW - Acesso". No topo, há uma barra azul com o título e ícones de minimizar, maximizar e fechar. Abaixo, no canto superior direito, há um ícone de ajuda com o texto "Ajuda". O corpo da janela tem um fundo cinza claro. No centro, há um formulário branco com o título "CRISTEMA" em uma caixa preta. Abaixo do título, há o texto "Bem Vindo ao sistema". O formulário contém dois campos de entrada: "Login:" com o texto "Cristiano" e "Password:" com caracteres de substituição (asteriscos). Abaixo dos campos, há dois botões: "Entrar" e "Recupere Password".

Figura 3.4- Formulário inicial

Durante o percurso percorrido cada utilizador do programa terá varias opções como descrito nos subcapítulos seguintes. O desenvolvimento deste *software* permitirá a Cristema poupar algum dinheiro na recolha e tratamentos de dados, pois o correto preenchimento das fichas de manutenção permitirá uma melhor organização e serem posterior análise dos mesmos. O armazenamento em base de dados possibilitará ao técnico consultar todos os parâmetros necessários pois, utilizando filtros na informação será possível retirar informações mais rapidamente e em qualquer parte do mundo.

Um dos problemas existentes no mercado é a compra de um *software* que seja incompatível com o programa de contabilidade. Esta situação duplicará trabalhos a nível de inserção de custos de materiais e serviços. Deste feito, optou-se por um programa desenvolvido em Access, compatível com o programa de contabilidade da empresa.

Neste programa não está intregado o controlo de *stock* porque a empresa já possui um para o produto acabado sendo a mesma filosofia para a manutenção. A ideia passa por maximizar as potencialidades deste *software*, sincronizando o de controlo de stock com o da contabilidade, sendo uma espécie de 3 em 1. Com este tipo de sistema existará um ganho muito acentuado em termos de tempo, pois não se torna necessário inserir dados repetidamente.

#### **3.2.5.1. Percurso do *software* do executante da manutenção**

Após a sua confirmação, cada registo terá o seu caminho de acordo com as funções estabelecidas no subcapítulo 3.2.2. O executante, após o registo, tem acesso aos planos de manutenção preventiva definidos, ao histórico por ele realizado e á inserção de intervenções, figura3.5.



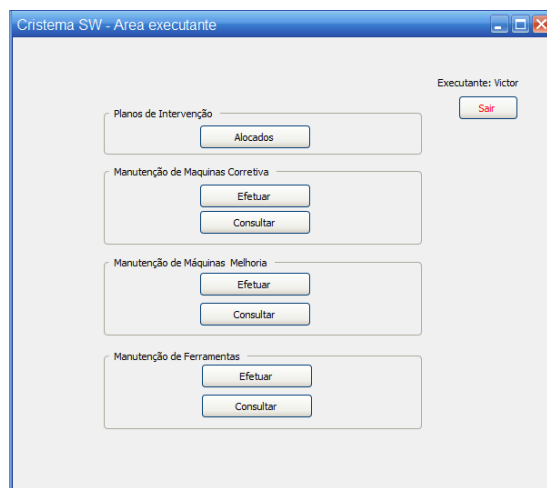


Figura 3.5- Menu do executante

Conforme a opção selecionada pelo executante, abre um novo ficheiro para o tipo de ação a realizar. O percurso total encontra-se no anexo E, com as respetivas imagens das opções do caminho.

### 3.2.5.2. Percurso do *software* do técnico da manutenção

O responsável da manutenção (técnico) após efetuar o registo tem acesso a um menu de consulta das intervenções e de inserção da manutenção preventiva, sendo responsável pelo planeamento e consequentemente pela realização da ficha de intervenção preventiva, figura 3.6.



Figura 3.6- Menu do técnico

O técnico não realizará a manutenção mas preparará toda a documentação, procedimentos e supervisionará as manutenções em curso. O seu caminho do *software* encontra-se em anexo F.

## Capítulo IV – Custo de Manutenção

A prática de manutenção é uma mais-valia para a empresa embora acarrete custos adicionais mas o seu princípio de funcionamento é a de reduzir os custos gerais da empresa com os seus equipamentos. Calcular os custos da manutenção, como se refere no subcapítulo 1.8 requer uma abordagem do custo direto (mão de obra, materiais...) bem como do custo indireto (produção parada, horas extras...). O cálculo do custo indireto supõe conhecimentos oriundos da fichas de manutenção que ajudarão a obter valores que permitirão calcular o custo indireto. Como as fichas foram recentemente incutidas no processo, não é permitido obter dados concretos nesta matéria, contudo do desenrolar deste capítulo foi possível acompanhar uma intervenção não planeada onde foi possível retirar alguns dados. Este capítulo aborda o cálculo do custo direto e de exemplos de custos de intervenção planeada e não planeada efetuadas na empresa.

### 4.1. Cálculo do custo directo

O cálculo do custo direto, como menciona no capítulo 1.8.1. através da fórmula 5, relaciona o custo mão-de-obra, peças, entre outros. Para calcular a mão-de-obra torna-se necessário realizar alguns cálculos dos custos gerais de manutenção.

#### 4.1.1. Custo gerais de manutenção

Encargos	Custo/Ano
Edifícios/infra-estruturas/máquinas	3.400 €
Electricidade e Água	6.000 €
Comunicações	800 €
Consumíveis/ ferramentas	8.750 €
Custo pessoal indireto à manutenção	3.400 €

<b>Total</b>	22.350 €
--------------	----------

#### 4.1.2. Custo de mão-de-obra

Utilizando a equação 6, mencionado no capítulo 1.8.1, torna-se possível calcular o custo de mão-de-obra.

Custo total pessoal	Custo/Ano
Vencimentos (4 funcionários)	48.160 €

Percentagem dos encargos da estrutura relativamente ao custo pessoal	Valor
$\frac{22350 \text{ €}}{48160 \text{ €}} \times 100$	46,4 %

Custo mão-de-obra anual	
Dias úteis de trabalho	220 Dias
Horas de trabalho/ano (220 dias, 8h)	1.760 horas
Vencimento (14 meses, 725 €/mês)	10.150 €/Anual
Subsídio de alimentação (11 meses, 22 dias, 4,75 €)	1.149,5 €/Anual
Encargos sociais (23,75%)	2.410,63 €/Anual
<b>Total</b>	<b>13.710,13 €/Anual</b>

Custo mão-de-obra por hora	Valor
Homem por hora $\frac{13710,13 \text{ €}}{1760 \text{ horas}}$	7,80 €/hora
Afetação dos encargos da estrutura (46,4%)	3.63 €
<b>Total</b>	<b>11,43 €/hora</b>

Assim sendo um trabalhador com vencimento de 725€ fica por hora há empresa cerca de 11,43€.

#### **4.1.3. Outros custos**

Contabilizar o custo de stock é uma tarefa difícil, pois como mencionado no subcapítulo anterior o trabalho de inventariação dos produtos ainda decorre. A sua contabilização não é tao linear como a do custo mão-de-obra, pois requer uma boa análise sobre o investimento efetuado pela empresa. O custo de subcontratação de empresas de manutenção, como referido no capítulo 2, refere-se ao recrutamento de trabalhadores que a Cristema não consegue realizar tais como electrónica/pneumática e compressores em que o custo associado à intervenção da máquina é automaticamente fixo no custo direto.

#### **4.2. Custo manutenção planeada**

O caso de estudo seguinte refere-se a um problema resolvido na empresa relativamente a um compressor. Na máquina é realizada uma revisão geral por ano, constituída por mudanças de óleos, filtros, vedantes, entre outros. A empresa subcontratada que realiza a manutenção afirmava, desde as primeiras intervenções, que a revisão tinha que ser efetuada às 2600 horas, enquanto o normal iniciado pela marca são as 3000 horas. Os mesmos justificavam o trabalho pelo facto de a máquina não admitir ar fresco na admissão, elevando a temperatura nominal do óleo, fazendo diminuir as características e reduzindo em tempo de vida útil. O óleo utilizado no compressor corresponde ao sugerido pela marca (durabilidade 3000 horas) a uma temperatura nominal de 75°C. A temperatura do óleo antes da intervenção variava entre os 93°e os 95° C°.

O ar que provém do escape fica “fechado” no compartimento dos compressores permitindo aumentar a temperatura no local e, consequentemente, é admitido novamente para a produção de ar. A posição do compressor não estava nas melhores condições, pois o escape de ar está direccionado para o teto e a admissão estava no sentido contrário ao portão (ver figura 4.1) local privilegiado para a entrada de ar.

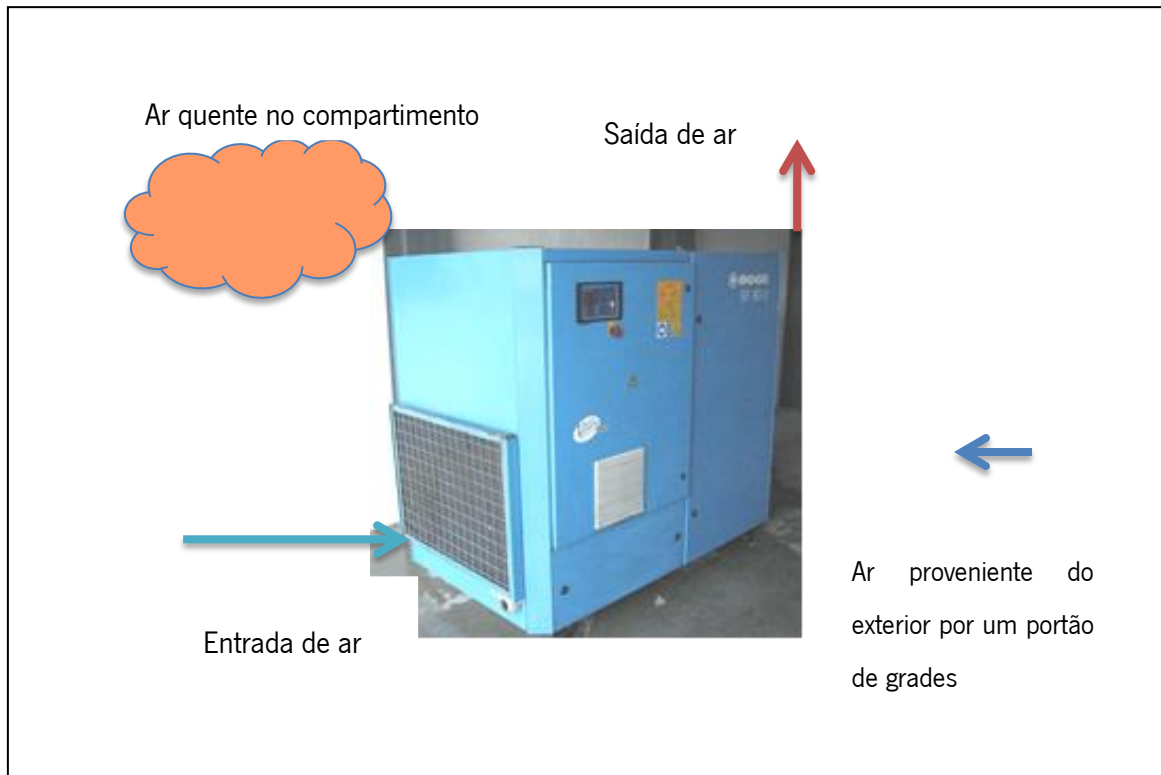


Figura4.1- Esquema o fluxo de ar efectuado por compressor

A solução passa por reposicionar o compressor e colocar umas condutas no escape com as dimensões adequadas, para não estrangular o caudal debitado pelo mesmo.

#### 4.2.1. Análise do problema

Inicialmente calcula-se o tempo de produção do equipamento em horas:

Horas produção diárias	14 Horas
Dias trabalho anuais	220 Dias
<b>Total</b>	<b>3080 Horas</b>

Através da contabilização do tempo de produção de ar do compressor por ano, e do tempo indicado para a substituição do óleo, verifica-se uma grande aproximação dos valores temporais sugeridos pela marca.

Cálculo do número de dias para a próxima revisão nas condições reais:

Hora para a próxima revisão	2600 Horas
Horas diárias de produção	14 Horas/dia
<b>Total</b>	<b>186 Dias</b>

Considerando que para as 3000 horas de intervalo de revisões, o qual corresponde 214 dias de produção, existe uma diferença de 28 dias em que a empresa está a perder rendimento com o compressor nas condições existentes.

#### 4.2.2. Custo da intervenção

Através da formula 5, calcula-se o custo da intervenção em que a soma de todos os factores influenciam o resultado final.

Conduta de escape (fabricadas à medida)	215,00€
Mão-de-obra (2horas x 2 homens)	46,52 €
Materiais (fixação/cola/outros)	34,67 €
<b>Total</b>	<b>296.19 €</b>

Conduto escape ar –  
saída do ar do  
compartimento



Figura 4.2 - Imagem depois intervenção

#### 4.2.3. Ganho para Cristema

A Cristema com esta intervenção de melhoria passou a ter uma máquina que trabalhe em condições ideais sem danificar algum órgão e dentro do tempo previsto entre revisões. O investimento não foi astronómico pois a Cristema possui máquinas de transporte (empilhador) o que permitiu reduzir o custo desta intervenção.

Dias entre revisões de 3000 horas	214
Dias entre revisões de 2600 horas	186
<b>Total Diferença</b>	<b>28 Dias</b>
<b>Preço de revisão</b>	<b>340 €</b>
Preço revisão diluído por total dias trabalho	1.55 € / Dia
Poupança total (28 x 1.55€)	43,4 €
Tempo necessário de pagamento com a poupança (296,19 / 43,4)	≅ 7 Anos

Se consideramos que a hora de produção não altera continuando a fazer uma revisão por ano, a intervenção ao fim de 7 anos fica paga apenas com o ganho de dias nos intervalos de manutenção.

Através da análise de custo de uma intervenção (revisão) foi permitida realizar a manutenção de melhoria com o intuito de diminuir o custo de manutenção da máquina, garantindo o seu funcionamento seja em condições normais.

### 4.3. Custo manutenção não planeada

O caso de estudo refere-se a um estudo do custo da intervenção da manutenção não planeada, mencionado no capítulo 1.8.2 como custo indirecto, em que por um descuido do departamento de manutenção e/ou do operador da máquina houvesse paragem na produção prejudicando a empresa.

Na sessão de polimento existe uma máquina (transfer) constituída por 9 cabeças na qual o operador coloca um “pente” de talhares. Cada cabeça possui 2 rolos de trapes de polir e cada um existe, uma pistola de pasta que injeta uma pequena quantidade em tempo pré-definido. O motivo desta intervenção foi o facto de filtro da pasta, que se encontra a seguir a bomba, não se encontrar limpo o que fez com que as pistolas associadas ao pente não deitassem a quantidade de pasta suficiente para retirar um polimento adequado. A falta de inspeção do trabalho efetuado permitiu que a máquina produzisse 854 colheres em condições não indicadas pela qualidade.

Esta situação, tornou a manutenção mais cara, pois existia uma encomenda para sair no dia seguinte. Apesar do problema não foi necessário produzir de raiz as colheres, pois como estavam mal polidas, reiniciou-se o processo de polimento direccionando-o para as características pretendidas. Durante a intervenção retirou-se os seguintes dados, tabela 4-1, calculando o custo associado.

**Tabela 4.1- Dados retirados da intervenção não planeada**

Número de colheres	854 unid
--------------------	----------



Número de colheres/pente	14 unid
Tempo de polimento/pente	39 Segundos
Tempo produção 854 colheres	≅ 40 Minutos
Número de técnicos da manutenção	1
Custo máquina.homem/ hora	135€
Tempo paragem da máquina para manutenção	20 Minutos

#### 4.3.1. Cálculo do custo

O cálculo do custo desta intervenção como referido no subcapítulo 1.8, é a soma do custo direto com o custo indireto. O custo direto é apenas a mão-de-obra, pois para esta intervenção não se utilizou novos materiais nem subcontratou nenhuma empresa exterior. O custo indireto é calculado com o tempo de horas de máquina parada, horas extras, atraso de linha produção como calculado na tabela 4-2.

Tabela 4.2- Cálculo do custo de intervenção não planeada

<b>Custo indirecto</b>	Custo da máquina.homem/hora parada (40€/hora)	13,33 € (20 min)
	Custo produção colheres (135€/hora)	90,00 € (40 min)
	Custo polimento para repor produção em horas extras	90€ (40 min)
	Custo lavagem para repor produção em horas extras	19,67€ (20 min)
	Custo embalagem para repor produção em horas extras	43€ (60 min)
<b>Custo directo</b>	Custo mão-de-obra manutenção (20min)	3,81€
	Custo materiais	0,75€
<b>Total</b>		<b>260,56 €</b>

Nesta intervenção a Cristema teve um custo de 260,56€. Apesar de não se poder considerar um gasto muito elevado, perante as situações onde poderia perder o cliente, há que prevenir estas situações para que não voltem ocorrer. Pois cada vez que isto suceder, a empresa, perde dinheiro e o objectivo último é preciosamente o oposto, rentabilizar ao máximo todos os recursos/ equipamentos dispensáveis em proveito da própria empresa.

## Capítulo V – Conclusão e estímulos de trabalhos futuros

Todos os argumentos e citações apresentados têm por objetivo reforçar a importância da função manutenção, a qual, no nosso entender, deve ser encarada como estratégica dentro da organização, a qual pode e deve ser utilizada na redução dos custos totais do processo de produção como investimento, e não como gasto adicional.

Todas as mudanças sugeridas à empresa Cristema para as atividades de manutenção, procuraram contribuir para a melhoria de todo o processo de manutenção, através da introdução de um plano estruturado, compatível com os objetivos da empresa, permitindo operar nas melhores condições de qualidade, custo, produção e segurança.

Com a revisão e reformulação das ações de manutenção, pretendeu-se melhorar as condições dos equipamentos bem como preservar as suas devidas condições de funcionamento. A introdução de manutenção preventiva, teve como objetivo melhorar todo sistema de manutenção através do acompanhamento direto das condições do equipamento, permitindo eliminar ações de manutenção corretiva desnecessárias, corrigir alguma degradação antes da ocorrência de uma falha catastrófica, e conseqüentemente diminuir ou eliminar gastos desnecessários.

O alargamento da codificação já existente nos equipamentos para os sistemas e componentes sujeitos a manutenção, bem como a criação de um sistema de codificação, constitui-se como uma etapa trabalhosa mas que se considera relevante para organização do sistema de planeamento e controlo da manutenção. A metodologia de codificação e divisão dos equipamentos por vários níveis de estrutura proposta, assim como a identificação de vários equipamentos dispostos pelas instalações, permitem, ao serviço de manutenção e respetiva gestão, aumentar o nível de detalhe e organização com que poderá ser feito o planeamento de manutenção, de *stocks* e trabalhos de manutenção, assim como a obtenção de um histórico consistente

Para harmonizar todos os processos de manutenção na empresa foi destacada a importância e as vantagens da implantação de um sistema informático. Como tal, foi proposto e

estudado o desenvolvimento de uma linguagem em Access, para controlar e manipular de forma a interagir com o programa de contabilidade da empresa preexistente. Considera-se que esta será uma ferramenta extremamente útil em termos de coordenação toda a informação proveniente do processo de manutenção.

A criação de uma área por equipamento teve como objetivo organizar toda a informação de um determinado equipamento, bem como, características técnicas, preço de custo, manuais, esquemas, desenhos técnicos, entre outros. É uma área onde o responsável tem toda a informação referente a um equipamento, de forma organizada, podendo ser consultada sempre que necessário.

A importância dada a todo histórico de intervenções, através de métodos para o salvar de forma organizada, consubstancia-se na elaboração de estudos futuros que permitam a tomada decisões de carácter técnico e económico no sentido de avaliar a eficácia do programa de manutenção, assim como o estado do equipamento. É um registo de extrema importância, pois através de uma análise cuidada, a empresa pode salvar poupar capital, despendido desnecessariamente.

O interesse dos custos de manutenção foi devidamente salientado. A metodologia apresentada para o seu registo permitirá efectuar o controlo ao longo do tempo e aferir os desvios dos custos de manutenção em relação à política de manutenção estabelecida pela empresa, assim como a optimização da relação manutenção correctiva/manutenção preventiva. De igual modo, os indicadores de manutenção propostos permitirão conhecer as tendências ao longo do tempo ao nível da organização do sistema de manutenção, planeamento da manutenção preventiva, desempenho dos equipamentos e desempenho da produção devido à manutenção, para além dos indicadores técnicos de fiabilidade, manutibilidade e disponibilidade, cruciais para uma boa gestão da manutenção.

#### **Estímulos de trabalhos futuros**

- Realizar o planeamento da manutenção da totalidade dos equipamentos produtivos e auxiliares de produção tendo por base as recomendações dos fabricantes (para os

aplicáveis), as análises de criticidade acima referidas, as boas práticas enunciadas na bibliografia e a experiência dos técnicos de manutenção;

- Terminar o projecto do *software* de manutenção (criação e implementação)
- Desenvolver a sincronização do *software* manutenção com o da contabilidade e armazém;
- Utilizar uma metodologia baseada na fiabilidade e manutibilidade dos equipamentos;
- Codificar/inventariar todo o *stock* existente no armazém da manutenção;
- Realizar um estudo sobre a integração e problemas existentes desta nova metodologia;
- Realizar novamente uma auditoria segundo o método francês, a título de comparação com o passado.
- Aplicar a codificação das ferramentas e no local do alojamento na produção;

## Referencias Bibliograficas

- [1] CABRAL J. (2006). *Organização e Gestão da Manutenção - dos conceitos à prática*. Lidel:Lisboa. 6ª Edição.
- [2] LIMA L., JÚNIOR G., MENDES P., e MUNHOZ J. (2012). *A satisfação do Manutentor na Área Industrial. O caso em uma Indústria Frigorífica*. *Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial*. Universidade Tecnológica Federal do Panamá. Brasil.
- [3] FERREIRA L. (1998). *Uma Introdução à Manutenção*. Publindustria: Porto. 1ª Edição.
- [4] QUALIDADE I.P.d. (2009). *NP 4483 - Guia para a implementação de gestão da manutenção*.
- [5] MARCORIN W. e LIMA C. (2003). Análise dos custos de manutenção e de não-manutenção de equipamentos produtivos. *Revista de Ciência & Tecnologia*, 11, 35-42.
- [6] KARDEC A. e NASCIF X. (2005). *Manutenção Função Estratégica*. Qualitymark Editora: Rio de Janeiro.
- [7] PINTO C. (2002). *Organização e Gestão da Manutenção*. Monitor: Lisboa. 2ª Edição.
- [8] VIANA, H. (2002). *Planejamento e Controle da Manutenção*. Qualitymark Editora: Rio de Janeiro.
- [9] KARDEC A. e LAFRAIA J. (2002). *Gestão Estratégica e Confiabilidade*. Rio de Janeiro: Qualitymark.
- [10] MOUBRAY J. (1997). *Reliability-Centered Maintenance*. Industrial Press: South Norwalk. 2ª Edição.
- [11] KMITA S. (2003). *Manutenção Produtiva Total (TPM): uma ferramenta para o aumento do índice de eficiência global da empresa*. In 23º Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP). Anais... Ouro Preto.

- [12] PINTO V. (1994). *Gestão da Manutenção*. Editora ELO – Publicidade, Artes Gráficas, LDA.: Maфра.
- [13] MONCHY F. (1989). *A Função Manutenção - Formação para a Gerência da Manutenção Industrial*. Editora Durban Ltda.: São Paulo.
- [14] MIRANDA A. (1993). *Apointamentos da Unidade curricular Manutenção Mecânica- MIEMEC*. Guimarães Universidade do Minho.
- [15] SOURIS J. (1992). *Manutenção Industrial - custo ou beneficio?* Lidel: Lisboa. 1ª Edição.
- [16] QUALIDADE I.P.d. (2007). *NP EN 13306 Terminologia de Manutenção*.
- [17] SULLIVAN G., PUGH R., MELENDEZ A. e HUNT W. (2004). *Operations & Maintenance, Best Practices, A Guide to Achieving Operational Efficiency*, Release 2.0, Pacific Northwest National Laboratory.
- [18] FERREIRA, Luís A. (2004). *Projecto SITEM (Sistema Integrado de Engenharia e Gestão da Manutenção de Instalações e Equipamentos Industriais) RAMS - Reliability, Availability, Maintainability and Safety*, Publindustria: Porto
- [19] FARINHA, José M. (2011). *Manutenção a Terologia e Novas Ferramentas de Gestão, Monitor*. Lisboa. 1ª Edição
- [20] HEIZER R. (2004). *Operations Manegement*. Prentice Hall, Inc.: Upper Saddle River. 5ª Edição.
- [21] VILLAR P. (1998). *Downsizing y tercerización en el mantenimiento*. In 10º Congresso Ibero-Americano de Manutenção – Lisboa, Setembro.
- [22] MENDONÇA H. (2002). *“Outsourcing” da Manutenção – da Subcontratação à Parceria*. In 7º Congresso Nacional de Manutenção – Viseu, Abril.
- [23] QUALIDADE I.P.d. (2007). *NP EN13269 Instruções para a preparação de contratos de manutenção*.

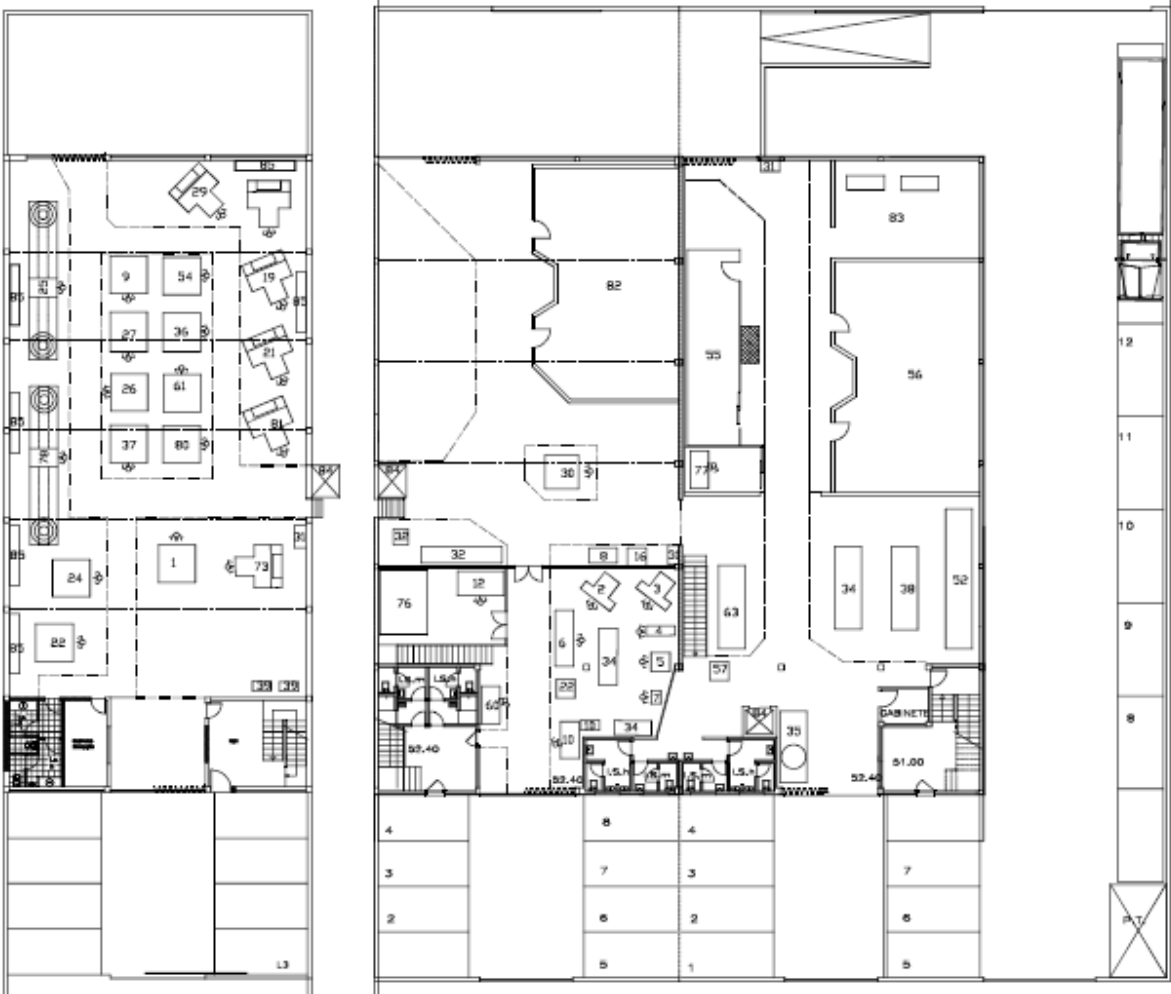
[24] PINTO A. E XAVIER J. (2002) *Manutenção: função estratégica*. Editora Qualitymark: Rio de Janeiro. 2ª Edição.

[25] CRISTEMA, C. *Organização da empresa- documento interno*.

[26] COSTA (2001) *Manutenção Industrial, uma abordagem ao diagnóstico do estado da manutenção das empresas industriais* . Departamento Mecânica,2001, Faculdade Engenharia do Porto.



## Anexo A – Layout da Cristema



## Anexo B - Método Diagnostica Francês

# 1. Gestão dos Equipamentos

Responda ao questionário assinalando com “X” na resposta mais adequada à situação atual dentro da organização.  
Deixar em branco as respostas que não se enquadram nas possibilidades apresentadas.

Perguntas	Sempre (1)	Quase Sempre (0,7)	Quase Nunca (0,3)	Nunca (0)
101 Existe um inventário por secção, linha, ... equipamentos				X
102 Esse inventário está actualizado (modificações, ajustes, acessórios...)				X
103 Existe uma codificação que desagrupa o equipamento até às peças de substituição				X
104 Para cada equipamento, conhecem-se as condições de bom funcionamento		X		
105 Para cada equipamento, conhecem-se as condições de intervenção		X		
106 Para cada equipamento, conhecem-se as peças de substituição necessárias				X
107 Para cada equipamento, conhecem-se as ferramentas necessárias			X	
108 Para cada equipamento, existe um histórico dos trabalhos efectuados				X
109 Os códigos (equipamentos/conjuntos/peças) são facilmente visíveis				X
110 Para cada equipamento, existem os desenhos técnicos e esquemas			X	
111 É possível determinar rapidamente as intervenções realizadas num equipamento				X
112 Para cada equipamento, conhece-se o grau de urgência de reparação			X	
113 Os históricos são analisados pelo menos uma vez por ano				X
114 Cada equipamento possui um número de identificação único	X			
115 Cada equipamento possui um dossier técnico				X

Contagem

1	1,4	0.9	0
---	-----	-----	---

Total

3,3

## 2. Manutenção de 1.º Nível (lubrificação, limpeza, ...)

2. Manutenção de 1.º Nível (lubrificação, limpeza, ...)						
Responda ao questionário assinalando com “X” na resposta mais adequada à situação atual dentro da organização.  Deixar em branco as respostas que não se enquadram nas possibilidades apresentadas.	Perguntas		Sempre (1)	Quase Sempre (0,7)	Quase Nunca (0,3)	Nunca (0)
	201	Utilizam-se fichas de procedimentos de lubrificação para cada equipamento importante				X
	202	Existe um procedimento sequencial bem definido das operações de lubrificação				X
	203	Utilizam-se fichas de acompanhamento das intervenções (por semana, mês, ...)				X
	204	Existe algum meio de registar anomalias detetadas aquando das intervenções				X
	205	As intervenções de lubrificação são planeadas				X
	206	As operações de lubrificação são, quase sempre, executadas em dia				X
	207	Registam-se periodicamente as horas de serviço e o estado dos níveis de lubrificantes nos equipamentos				X
	208	Existe uma nomenclatura e um acompanhamento de produtos de manutenção de 1.º nível				X
	209					
	210					
	211					
	212					
	213					
	214					
	215					
Contagem			0	0	0	0
Total			0			

### 3. Gestão de stocks e peças de reserva

3. Gestão de stocks e peças de reserva						
Responda ao questionário assinalando com “X” na resposta mais adequada à situação atual dentro da organização.  Deixar em branco as respostas que não se enquadram nas possibilidades apresentadas.	Perguntas		Sempre (1)	Quase Sempre (0,7)	Quase Nunca (0,3)	Nunca (0)
	301	Utilizam-se procedimentos bem formalizados para as Ordens de Compra		X		
	302	Os artigos em stock estão codificados				X
	303	Existem fichas técnicas para cada peça e grupos de substituição específicos				X
	304	As peças obsoletas são eliminadas quando necessário	X			
	305	O nível de stock e o seu valor são conhecidos pelo serviço de manutenção				X
	306	As peças são correctamente arrumadas, identificadas e localizadas no armazém			X	
	307	Para cada peça em stock, conhece-se o fornecedor		X		
	308	Para cada peça em stock, conhece-se o tempo de espera de aprovisionamento			X	
	309	As peças “standard” são conhecidas e identificadas			X	
	310	A manutenção possui o seu próprio armazém			X	
	311	As peças de entrega rápida estão normalmente disponíveis junto do fornecedor		X		
	312	Existe uma gestão formalizada das entradas e saídas do armazém				X
	313	Está definido o limiar de stock de segurança para o reaprovisionamento de peças críticas				X
	314	Os consumos são analisados				X
	315					
Contagem			1	2,1	1.2	0
Total			4,3			

# 4. Gestão de Trabalhos

Responda ao questionário assinalando com "X" na resposta mais adequada à situação atual dentro da organização.  
Deixar em branco as respostas que não se enquadram nas possibilidades apresentadas.

Perguntas	Sempre (1)	Quase Sempre (0,7)	Quase Nunca (0,3)	Nunca (0)
401 Definem-se prioridades dos apelos à manutenção em função da importância do equipamento		X		
402 Existe um procedimento conhecido para o início das intervenções (Ordem de trabalho, ...)				X
403 Os pedidos de intervenção são tratados posteriormente (registro, escolha, planificação,...)				X
404 Após a intervenção é elaborado um Relatório de Intervenção				X
405 Existem procedimentos para realizar trabalhos novos		X		
406 Existe uma gestão dos diferentes tipos de trabalho: corretivos, preventivos, ...				X
407 Existem procedimentos para solicitar e acompanhar trabalhos sub-contratados			X	
408 Os constrangimentos da produção são tidos em conta na gestão dos trabalhos	X			
409 Existem modos de operação definidos para trabalhos complexos			X	
410 Nas Ordens de Trabalho, ou outros documentos, fornecem-se indicações sobre segurança				X
411 Existe um procedimento de gestão de prioridades para dar início aos pedidos de intervenção		X		
412 As Ordens de Trabalho, Relatórios de Intervenção, etc. são arquivados de acordo com cada equipamento				X
413				
414				
415				

Contagem

1

2,1

0,3

0

Total

3,4

### 5. Análise FMDS (Fiabilidade, Manutabilidade, Disponibilidade, Segurança)

Responda ao questionário assinalando com “X” na resposta mais adequada à situação atual dentro da organização.  
Deixar em branco as respostas que não se enquadraram nas possibilidades apresentadas.

Perguntas	Sempre (1)	Quase Sempre (0,7)	Quase Nunca (0,3)	Nunca (0)
501 Existe uma estrutura e formalismos para recolher e registar informações				X
502 Cada intervenção é classificada e arquivada				X
503 Cada intervenção é analisada (custos, tempos, ...)				X
504 As análises são compiladas e tratadas a fim de determinar indicadores e/ou estratégias				X
505 Para os equipamentos principais é conhecido um indicador de bom funcionamento				X
506 Para os equipamentos principais é conhecido um indicador de tempo de intervenção				X
507 Para os equipamentos principais é conhecido um indicador de disponibilidade				X
508 Para os equipamentos principais são conhecidas as condições de intervenção				X
509 Existe disponível material para fazer a manutenção condicional				X
510 O desempenho dos equipamentos é acompanhado				X
511 Existe o histórico dos trabalhos de cada equipamento				X
512 Os históricos são analisados, pelo menos, uma vez por ano				X
513 A eficácia da função manutenção é controlada				X
514				
515				

Contagem

0 0 0 0

Total

0



## 6. Análise de Custos

6. Análise de Custos						
Responda ao questionário assinalando com “X” na resposta mais adequada à situação atual dentro da organização. Deixar em branco as respostas que não se enquadraram nas possibilidades apresentadas.	Perguntas		Sempre (1)	Quase Sempre (0,7)	Quase Nunca (0,3)	Nunca (0)
	601	A secção ou departamento de manutenção dispõe e gere o seu próprio orçamento				X
	602	Pode-se conhecer rapidamente a situação financeira da manutenção				X
	603	O orçamento é classificado por tipo de manutenção				X
	604	A contabilidade da empresa acompanha a evolução do orçamento: em curso e realizado				X
	605	A classificação dos custos faz-se pela natureza dos bens (máquinas, linhas,...), por tipo de intervenção, por destino,...				X
	606	O serviço de manutenção é autónomo para compras abaixo de um valor pré-definido				X
	607	Existe gestão das intervenções externas (sub-contratação ou co-contratação)				X
	608	O valor do stock de peças de reserva é perfeitamente conhecido				X
	609	Para os equipamentos principais, conhecem-se os custos de manutenção				X
	610	Os resultados da atividade de manutenção, em termos de custos, são afixados e visíveis por todos				X
	611					
	612					
	613					
	614					
	615					
Contagem			0	0	0	0
Total			0			

### 7. Base de Dados (histórico, arquivo, consultas...)

Perguntas		Sempre (1)	Quase Sempre (0,7)	Quase Nunca (0,3)	Nunca (0)
Responda ao questionário assinalando com "X" na resposta mais adequada à situação atual dentro da organização. Deixar em branco as respostas que não se enquadraram nas possibilidades apresentadas.	701				X
	702			X	
	703				X
	704				X
	705				X
	706				X
	707				X
	708				X
	709			X	
	710				
	711				
	712				
	713				
	714				
	715				
Contagem		0	0	0,6	0
Total		0,6			

# 8. Planificação e Prevenção

Responda ao questionário assinalando com "X" na resposta mais adequada à situação atual dentro da organização.  
Deixar em branco as respostas que não se enquadraram nas possibilidades apresentadas.

Perguntas	Sempre (1)	Quase Sempre (0,7)	Quase Nunca (0,3)	Nunca (0)
801 A planificação realiza-se segundo a disponibilidade dos equipamentos que resulta do plano de produção	X			
802 A planificação realiza-se segundo a disponibilidade dos recursos humanos		X		
803 A planificação realiza-se segundo a disponibilidade de ferramentas e peças de substituição		X		
804 Afetam-se os recursos em função das necessidades (tempos, procedimentos, ferramentas,...)		X		
805 As intervenções preventivas são planificadas				X
806 O conjunto dos trabalhos a efetuar é gerido diariamente			X	
807 É emitido regularmente um relatório de atividade (planeado, em curso, realizado)				X
808 O acompanhamento e adaptação das ações preventivas é assegurado por uma pessoa do serviço				X
809 Existe um plano semanal de lançamento de trabalhos (novos, corretivos, melhoramento,...)			X	
810 As intervenções externas (sub-contratação), são planeadas, preparadas, ...			X	
811 É possível visualizar facilmente o estado de avanço dos trabalhos				X
812 Existe um meio de seleccionar e escolher o pessoal mais adaptado à intervenção			X	
813				
814				
815				

Contagem

1

2,1

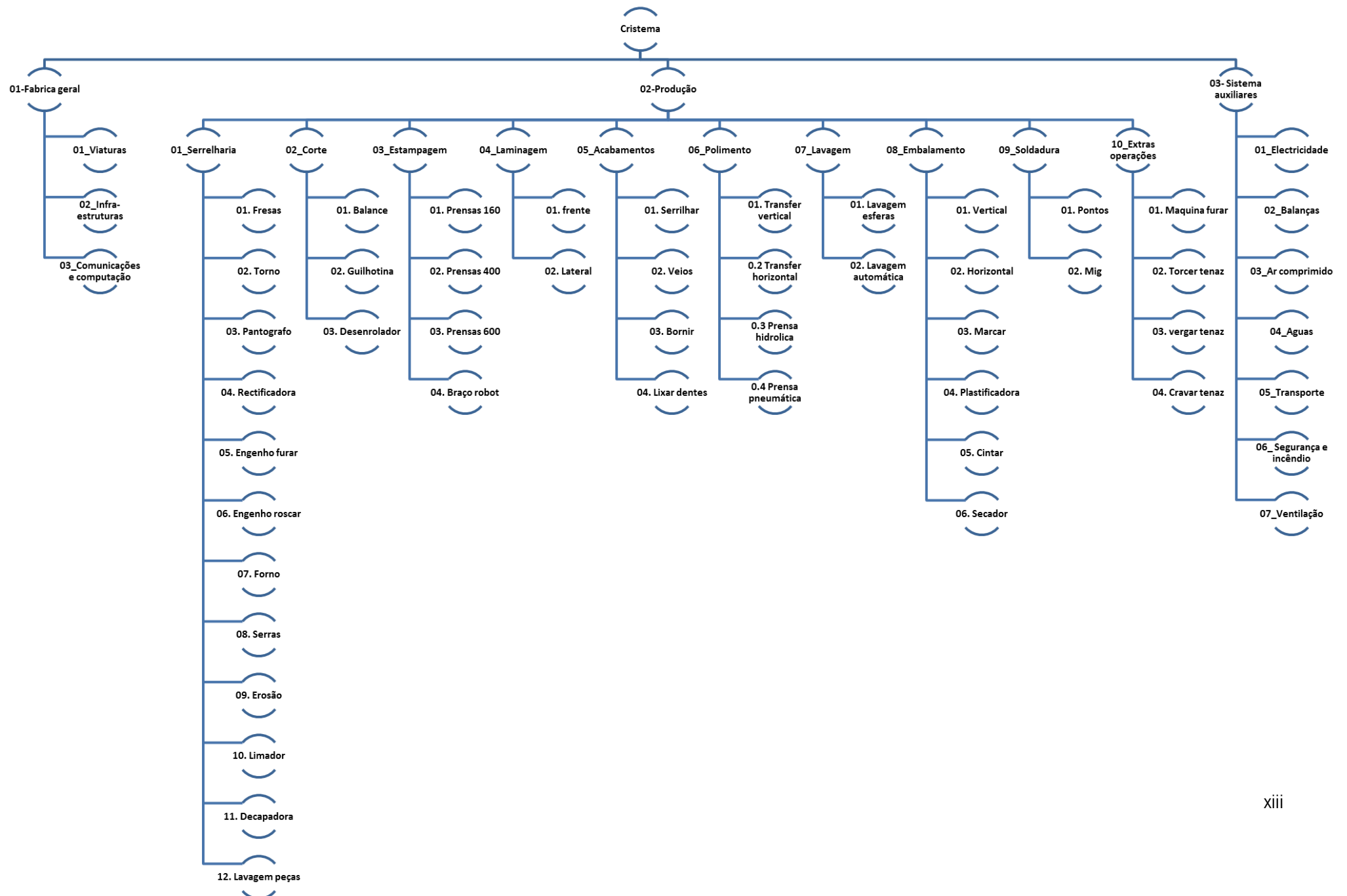
1.2

0

Total

4,3

## **Anexo C – Parque de Maquinas/Codificações**



## Codificação de Materiais

Tabela C-0.1- exemplo de codificação dos parafusos

Classe	Família	Subfamília	Nº sequencial	Descrição
C (Material consumo)	PA (Parafusos)	001 (M5- umbrako/ aço)	001	M5x10 umbrako aço
			002	M5x15 umbrako aço
			003	M5x20 umbrako aço
			004	M5x30 umbrako aço
		002 (M5- sextavado/aço)	001	M5x30 sextavado aço
			002	M5x40 sextavado aço
			003	M5x45 sextavado aço
		003 (M6- umbrako/aço)	001	M6x30 umbrako aço
			002	M6x35 umbrako aço
			003	M6x50 umbrako aço
			004	M6x60 umbrako aço
		004 (M8- sextavado/aço)	001	M8x25 sextavado aço
			002	M8x35 sextavado aço
			003	M8x50 sextavado aço

## **Anexo D – Fichas Manutenção**

 <small>CUTELARIAS DE EXCELENCIA</small>	<b>Ficha de Manutenção Preventiva</b>	<b>NºFicha:</b>  <b>Data:</b>
--	---------------------------------------	-------------------------------------

**Designação:****Código:****Secção:****Duração prevista:**


<i><b>Tarefas</b></i>		
	<b>Descrição</b>	<b>Observações</b>
<input type="checkbox"/>		
<input type="checkbox"/>		
<input type="checkbox"/>		
<input type="checkbox"/>		
<input type="checkbox"/>		
<input type="checkbox"/>		
<input type="checkbox"/>		
<input type="checkbox"/>		
<input type="checkbox"/>		

<i><b>Material necessário</b></i>		
<b>Código</b>	<b>Designação</b>	<b>Quantidade</b>

<i><b>Mão-de-obra</b></i>	
<b>Executante</b>	<b>Tempo</b>

<i><b>Material suplementar gasto</b></i>		
<b>Código</b>	<b>Designação</b>	<b>Quantidade</b>



 <p><b>CRISTEMA</b> CUTELARIAS DE EXCELENCIA</p>	<b>Ficha de intervenção de Melhoria</b>	<b>Nº Ficha:</b>  <b>Data:</b>
---	---	--------------------------------------

Designação:

Código:

Secção:

**Causa**

Ruído	<input type="checkbox"/>	Vibração	<input type="checkbox"/>	Baixo rendimento	<input type="checkbox"/>	Eq. Obsoleto	<input type="checkbox"/>	Outro, Qual?	<input type="checkbox"/>
Fractura	<input type="checkbox"/>	Fuga	<input type="checkbox"/>	Produção defeituosa	<input type="checkbox"/>	Desgaste	<input type="checkbox"/>		

**Elemento e local do causador da intervenção**


<b>Detalhes da melhoria:</b>	

**Materiais aplicados**

Designação	Código	Quantidade

**Mão-de-obra**

Executante	Início	Fim

		<b>Ficha de Ferramentas</b>		<b>NºFicha:</b>  <b>Data</b>
Designação do produto:			Código:	
<b>Tipo de Ferramenta</b>				
<b>Corte</b>	<input type="checkbox"/>	<b>Rebarbador</b>	<input type="checkbox"/>	<b>Marca</b>
<b>Mó serrilhar</b>	<input type="checkbox"/>	<b>Estampa</b>	<input type="checkbox"/>	<b>Outro</b>
<b>Tipo de intervenção</b>				
<b>Descrição</b>		<b>Descrição</b>		
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		
<b>Mão-de-obra</b>				
<b>Executante</b>		<b>Início</b>	<b>Fim</b>	
<input type="checkbox"/>				
<input type="checkbox"/>				
<input type="checkbox"/>				
<input type="checkbox"/>				
<input type="checkbox"/>				
<b>Materiais aplicados</b>				
<b>Designação</b>		<b>Código</b>	<b>Quantidade</b>	

**Corte**

Peso (kg)	Tipo F10/c265/...	Componente	Horas maquinação			
			Devaste	Forno	Erosão	Montagem

**Estampa**


Medida	Peso	Tipo	Horas maquinação			
(kg)	(kg)	F10/c265/...	Devaste	Forno	Erosão	Montagem


**Mó serrilhar**


Medida	Peso	Tipo	Horas maquinação			
(mm)	(kg)	F10/c265/...	Devaste	Torno	Forno	Erosão

**Materiais aplicados**

Designação	Código	Quantidade

	<b>Ficha de Inspeção/ Visualização</b>		<b>NºFicha:</b>  <b>Data</b>
<b>Designação:</b>		<b>Código:</b>	
<b>Descrição</b>			
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p><b>Diária</b></p> <div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> </div> </div> <div style="width: 45%;"> <p><b>Quinzenal</b></p> <div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> </div> </div> </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p><b>Mensal</b></p> <div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> </div> </div> <div style="width: 45%;"> <p><b>Anual</b></p> <div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> </div> </div> </div>	
<b>Mão-de-obra</b>			
<b>Executante</b>		<b>Início</b>	<b>Fim</b>
<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>			
<b>Materiais aplicados</b>			
<b>Designação</b>		<b>Código</b>	<b>Quantidade</b>

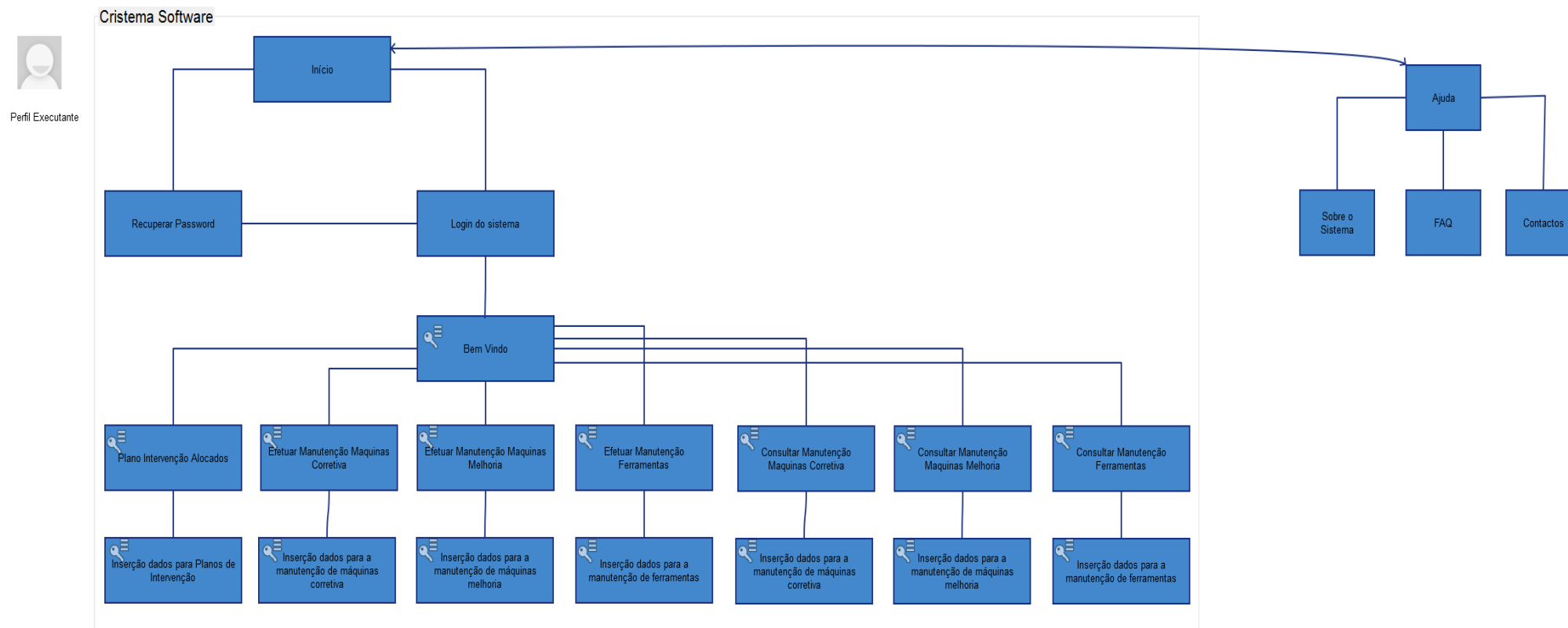
		<b>Ficha de reparação de avaria</b>		<b>NºFicha:</b>	
<b>Designação:</b>		<b>Código:</b>		<b>Secção:</b>	
<b>Data Avaria:</b>		<b>Hora Avaria:</b>		<b>Data da reparação:</b>	
<b>Hora da reparação:</b>					
<b>Natureza da Avaria</b>					
<b>Mecânica</b> <input type="checkbox"/>		<b>Hidráulica</b> <input type="checkbox"/>		<b>Electrónica</b> <input type="checkbox"/>	
<b>Eléctrica</b> <input type="checkbox"/>		<b>Pneumática</b> <input type="checkbox"/>		<b>Outro</b> <input type="checkbox"/>	
<b>Sintoma</b>					
<b>Ruído</b> <input type="checkbox"/>		<b>Vibração</b> <input type="checkbox"/>		<b>Baixo Rendimento</b> <input type="checkbox"/>	
<b>Inoperacional</b> <input type="checkbox"/>		<b>Fractura</b> <input type="checkbox"/>		<b>Fuga</b> <input type="checkbox"/>	
<b>Produção defeituosa</b> <input type="checkbox"/>		<b>Outro</b> <input type="checkbox"/>		<b>Qual?</b>	
<b>Causa da Avaria</b>					
<b>Desgaste</b> <input type="checkbox"/>		<b>Falta de limpeza</b> <input type="checkbox"/>		<b>Manutenção ineficiente</b> <input type="checkbox"/>	
<b>Outro</b> <input type="checkbox"/>		<b>Acidente</b> <input type="checkbox"/>		<b>Má utilização</b> <input type="checkbox"/>	
<b>Não identificável</b> <input type="checkbox"/>		<b>Qual?</b>			
<b>Elemento causador da Avaria</b>					
<b>Descrição do trabalho:</b>					
<b>Mão-de-obra</b>					
<b>Executante</b>		<b>Início</b>		<b>Fim</b>	
<b>Materiais aplicados</b>					
<b>Designação</b>		<b>Código</b>		<b>Quantidade</b>	

		<b>Registo de equipamentos</b>		<b>NºFicha:</b>  <b>Data:</b>	
<b>Código:</b>			<b>Designação:</b>		
<b>Centro de custos:</b> <b>Grupo Funcional:</b> <b>Sistema:</b> <b>Tipo:</b> [Fotografia/desenho] <b>Equipamento:</b> <b>Criticidade</b> <b>Documentação técnica</b>					
<b><i>Ficha técnica</i></b>					
<b>Identificação</b>		<b>Especificação</b>		<b>Outras</b>	
Marca		Potência (kW)			
Modelo		Intensidade (V)			
Nº Série		Tensão (V)			
Ano		Peso (kg)			
Representante					
<b><i>Subconjuntos</i></b>					
<b>Elemento</b>			<b>Código</b>		

		Calendário de manutenção 2014										
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembo	Outubro	Novembro	Dezembro
1					Trabalhador							
2												
3												
4			Carnaval									
5												
6												
7												
8												
9												
10						Dia Portugal						
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18				6ªfeira santa								
19												
20				Pascoa								
21												
22												
23												
24												
25				25 abril								
26												
27												
28												
29												
30												
31												

## Anexo E – Percurso do executante no *software*





**Cristema SW - Acesso**

Ajuda

**CRISTEMA**

Bem Vindo ao sistema

Login: Cristiano

Password: \*\*\*\*\*

Entrar Recuperar Password

**Cristema SW - Area executante**

Executante: Victor

Sair

Planos de Intervenção

Alocados

Manutenção de Máquinas Corretiva

Efetuar Consultar

Manutenção de Máquinas Melhorias

Efetuar Consultar

Manutenção de Ferramentas

Efetuar Consultar

**Cristema SW - Efetuar Manutenção de Ferramentas**

Manutenção Ferramentas

Designação: Codigo Ferramenta: 01202 - Ferramenta

Executante: Victor

Sair

Tipo de Ferramenta

☐ Corte ☐ Rebarbador ☐ Marca

☐ Mò serrilhar ☐ Estampa ☐ Outro

Tipo de Intervenção

☐ Retificar Punção ☐ Substituição de Batentes

☐ Retificar Matriz ☐ Retificar Estampa (Erosão penetração)

☐ Retificar Dentes ☐ Retificar mò serrilha das facas

☐ Retificar Estrutura (Molas, Guias, Parafusos) ☐ Novo cortante

☐ Modificar Guia de Chapa ☐ Nova estampa

☐ Retificar estampa manual ☐ Nova mò serrilha

Material Aplicado

Código	Designação	Quantidade

Guardar Cancelar

**Cristema SW - Consultar Ferramentas**

Pesquisa

Nº Ficha: Codigo Ferramenta: 0132 - Ferramenta x

Data de: 01 dia 01 mês 2013 ano Tipo de Ferramenta: Rebarbador

Data até: 31 dia 12 mês 2013 ano Tipo Intervenção: Todos

Pesquisar

Manutenção de Ferramentas

	Nº Ficha	Data	Cod. Ferramenta	Tipo de Ferramenta	Designação do Produto	Tipo Intervenção
Ver	1	04-01-2013	0132	Rebarbador	Ferramenta 1	Retificar Punção
Ver	2	05-01-2013	0132	Rebarbador	Ferramenta 2	Retificar Dentes
Ver	3	31-01-2013	0132	Rebarbador	Ferramenta 3	Substituição dos Batentes

3

Voltar

**Cristema SW - Efetuar Manutenção de Melhoria**

Manutenção Melhoria

Designação:  Código Máquina: 01202 - Máquina Seção: 4

Executante: Victor

Intervenção

☐ Mecânica ☐ Hidráulica ☐ Eléctronica  
☐ Elétrica ☐ Pneumática ☐ Outro

Sintoma

☐ Ruído ☐ Vibração ☐ Baixo Rendimento ☐ Inoperacional  
☐ Fractura ☐ Fuga ☐ Produção defeituosa ☐ Outro

Causa da Intervenção

☐ Desgaste ☐ Falta de limpeza ☐ Manutenção ineficiente  
☐ Acidente ☐ Má utilização ☐ Não identificável ☐ Outro

Elemento e local do causador da intervenção

Descrição da melhoria:

Material Aplicado

Código	Designação	Quantidade
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

**Cristema SW - Efetuar Manutenção Corretiva**

Manutenção Corretiva

Designação:  Código Máquina: 01202 - Máquina Seção: 4

Executante: Victor

Data Avaria: 01 dia 01 mês 2013 ano Hora Avaria: 2 Hora(s) 30 Minuto(s)

Natureza da Avaria

☐ Mecânica ☐ Hidráulica ☐ Eléctronica  
☐ Elétrica ☐ Pneumática ☐ Outro

Sintoma

☐ Ruído ☐ Vibração ☐ Baixo Rendimento ☐ Inoperacional  
☐ Fractura ☐ Fuga ☐ Produção defeituosa ☐ Outro

Causa da Avaria

☐ Desgaste ☐ Falta de limpeza ☐ Manutenção ineficiente  
☐ Acidente ☐ Má utilização ☐ Não identificável ☐ Outro

Elemento causador da Avaria

Descrição do trabalho:

Material Aplicado

Código	Designação	Quantidade
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

**Cristema SW - Consultar Máquinas**

Pesquisa

Nº Ficha:  Código Máquina: 01202 - Máquina

Seção: 4

Data de: 01 dia 01 mês 2013 ano

Data até: 31 dia 12 mês 2013 ano

Natureza Avaria: Todos

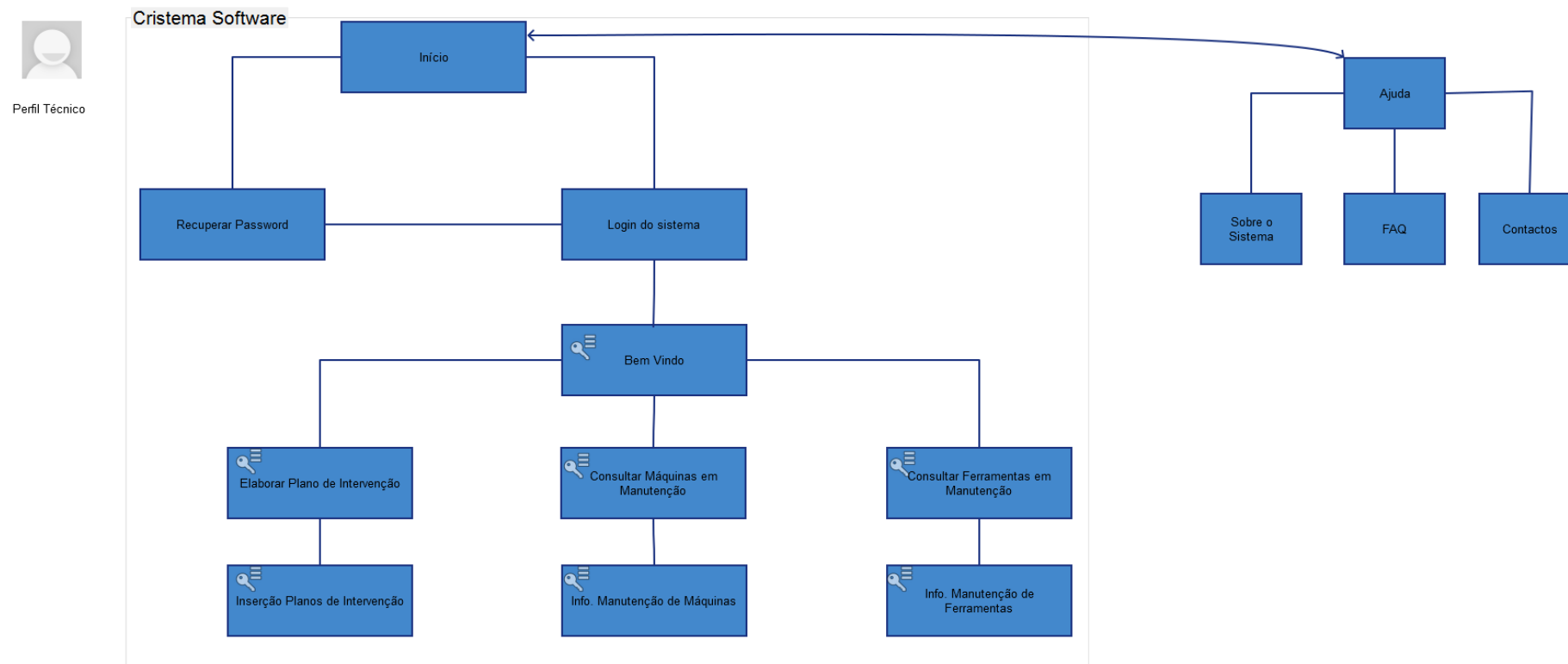
Causa Avaria: Todos

Sintoma: Todos

Manutenção de Máquinas Corretiva

	Nº Ficha	Data	Cod. Máquina	Natureza Avaria	Seção	Designação	Duração	Sintoma
Ver	1	04-01-2013	01202	Mecânica	4	Problema de cambota	3h:30M	Ruído
Ver	2	05-01-2013	01202	Outro	4	Problema grave	5h:30M	Fuga
Ver	3	31-01-2013	01202	Elétrica	4	Manutenção mensal	2h:30M	Vibração

## Anexo F – Percurso do técnico no *software*



Cristema SW - Acesso

Ajuda

**CRISTEMA**

Ben Vindo ao sistema

Login:

Password:

Cristema SW - Area técnica

Técnico: Cristiano

Planos de Intervenção

Manutenção de Máquinas

Manutenção de Ferramentas

Cristema SW - Plano de Intervenção

Técnico: Cristiano

Manutenção Preventiva

Designação:  Código Máquina:  Seção:

Duração Prevista:  Hora(s)  Minuto(s) Executante Previsto:

Tarefas

Descrição	Observações

Material Necessário

Código	Designação	Quantidade
<input type="text" value="23126"/>	<input type="text" value="Martelo"/>	
<input type="text" value="34"/>	<input type="text" value="Alicate de corte"/>	
<input type="text" value="65"/>	<input type="text" value="Rebarbador"/>	
<input type="text" value="87"/>	<input type="text" value="Chave inglesa"/>	

Material suplementar que possa ser gasto

Código	Designação	Quantidade
<input type="text"/>	<input type="text"/>	
<input type="text"/>	<input type="text"/>	

**Cristema SW - Consultar Máquinas**

Técnico: Cristiano

**Pesquisa**

Nº Ficha:  Código Máquina: 01202 - Máquina

Data de: 01 dia 01 mês 2013 ano Executante: 01 - Victor Manuel

Data até: 31 dia 12 mês 2013 ano Seção: 4

Tipo: Todos

**Pesquisar**

**Manutenção de Máquinas**

	Nº Ficha	Data	Cod. Máquina	Executante	Seção	Designação	Duração	Tipo
Ver	1	04-01-2013	01202	Victor Manuel	4	Problema de cambota	3H:30M	Corretiva
Ver	2	05-01-2013	01202	Victor Manuel	4	Problema grave	5H:30M	Corretiva
Ver	3	31-01-2013	01202	Victor Manuel	4	Manutenção mensal	2H:30M	Preventiva

3

**Voltar**

**Cristema SW - Consultar Ferramentas**

Técnico: Cristiano

**Pesquisa**

Nº Ficha:  Código Ferramenta: 0132 - Ferramenta x

Data de: 01 dia 01 mês 2013 ano Tipo de Ferramenta: Rebarbador

Data até: 31 dia 12 mês 2013 ano Tipo Intervenção: Todos

Executante: Todos

**Pesquisar**

**Manutenção de Ferramentas**

	Nº Ficha	Data	Cod. Ferramenta	Executante	Tipo de Ferramenta	Designação do Produto	Tipo Intervenção
Ver	1	04-01-2013	0132	Victor Manuel	Rebarbador	Ferramenta 1	Retificar Punção
Ver	2	05-01-2013	0132	Benjamim Ribeiro	Rebarbador	Ferramenta 2	Rectificar Dentes
Ver	3	31-01-2013	0132	António Castrol	Rebarbador	Ferramenta 3	Substituição dos Batentes

3

**Voltar**